SIEMENS

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl / 828D Fundamentos

Manual de programação

Válido para

Comando
SINUMERIK 840D sl / 840DE sl
SINUMERIK 828D

Software	*Versão*
Software de sistema da NCU	2.6 SP1

03/2010
6FC5398-1BP20-1KA0

Informações jurídicas

Conceito de aviso

Este manual contém instruções que devem ser observadas para sua própria segurança e também para evitar danos materiais. As instruções que servem para sua própria segurança são sinalizadas por um símbolo de alerta, as instruções que se referem apenas à danos materiais não são acompanhadas deste símbolo de alerta. Dependendo do nível de perigo, as advertências são apresentadas como segue, em ordem decrescente de gravidade.

⚠PERIGO
significa que haverá caso de morte ou lesões graves, caso as medidas de segurança correspondentes não forem tomadas.

⚠AVISO
significa que haverá caso de morte ou lesões graves, caso as medidas de segurança correspondentes não forem tomadas.

⚠CUIDADO
acompanhado do símbolo de alerta, indica um perigo iminente que pode resultar em lesões leves, caso as medidas de segurança correspondentes não forem tomadas.

CUIDADO
não acompanhado do símbolo de alerta, significa que podem ocorrer danos materiais, caso as medidas de segurança correspondentes não forem tomadas.

ATENÇÃO
significa que pode ocorrer um resultado ou um estado indesejados, caso a instrução correspondente não for observada.

Ao aparecerem vários níveis de perigo, sempre será utilizada a advertência de nível mais alto de gravidade. Quando é apresentada uma advertência acompanhada de um símbolo de alerta relativamente a danos pessoais, esta mesma também pode vir adicionada de uma advertência relativa a danos materiais.

Pessoal qualificado

O produto/sistema, ao qual esta documentação se refere, só pode ser manuseado por **pessoal qualificado** para a respectiva definição de tarefas e respeitando a documentação correspondente a esta definição de tarefas, em especial as indicações de segurança e avisos apresentados. Graças à sua formação e experiência, o pessoal qualificado é capaz de reconhecer os riscos do manuseamento destes produtos/sistemas e de evitar possíveis perigos.

Utilização dos produtos Siemens em conformidade com as especificações

Tenha atenção ao seguinte:

⚠AVISO
Os produtos da Siemens só podem ser utilizados para as aplicações especificadas no catálogo e na respetiva documentação técnica. Se forem utilizados produtos e componentes de outros fornecedores, estes têm de ser recomendados ou autorizados pela Siemens. Para garantir um funcionamento em segurança e correto dos produtos é essencial proceder corretamente ao transporte, armazenamento, posicionamento, instalação, montagem, colocação em funcionamento, operação e manutenção. Devem-se respeitar as condições ambiente autorizadas e observar as indicações nas respetivas documentações.

Marcas

Todas denominações marcadas pelo símbolo de propriedade autoral ® são marcas registradas da Siemens AG. As demais denominações nesta publicação podem ser marcas em que os direitos de proprietário podem ser violados, quando usadas em próprio benefício, por terceiros.

Exclusão de responsabilidade

Nós revisamos o conteúdo desta documentação quanto a sua coerência com o hardware e o software descritos. Mesmo assim ainda podem existir diferenças e nós não podemos garantir a total conformidade. As informações contidas neste documento são revisadas regularmente e as correções necessárias estarão presentes na próxima edição.

Siemens AG
Industry Sector
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG
ALEMANHA

N.º de encomenda de documento: 6FC5398-1BP20-1KA0
Ⓟ 02/2010

Prefácio

Documentação SINUMERIK®

A documentação SINUMERIK está organizada em 3 categorias:

- Documentação geral
- Documentação do usuário
- Documentação do fabricante e assistência técnica

Através do link http://www.siemens.com/motioncontrol/docu encontra-se informações do seguinte tema:

- Ordering documentation
  Aqui encontra-se uma lista da documentação atual impressa.
- Download documentation
  Links adicionais para o download de arquivos de Service & Support.
- (Online) research in the documentation
  Informações do DOConCD e acesso direto aos documentos no DOConWEB.
- Documentação do conteúdo básico individual Siemens organizado com o
  My Documentation Manager (MDM), vide http://www.siemens.com/mdm

  O My Documentation Manager lhe oferece uma série de características para criar sua própria documentação de máquina.
- Treinamentos e FAQs

  As informações sobre o treinamento oferecido e sobre as FAQ's (frequently asked questions) estão disponíveis em:

Grupo destino

Esta publicação é dirigida a:

- Programadores
- Projetistas

Aplicação

O manual de programação possibilita a criação de progamas e interface de software para editar, testar e para corrigir erros.

Escopo padrão

Este manual de programação descreve as funcionalidades de escopo padrão. As complementações e alterações realizadas pelo fabricante da máquina são documentadas pelo fabricante da máquina.

No comando podem existir outras funções que não foram explicadas nesta documentação. Isso, no entanto, não implica nenhuma obrigação destas funções serem fornecidas com um novo controle ou em caso de serviço.

Da mesma forma, devido à grande variedade de itens, esta documentação não compreende todas as informações detalhadas de todos os tipos de produto, e também não podem ser considerados todos os casos possíveis de instalação, operação e manutenção.

Suporte técnico

Para dúvidas entre em contato com nosso Hotline:

	Europa / África
Telefone	+49 180 5050 - 222
Fax	+49 180 5050 - 223
0,14 €/Min. na rede fixa alemã, possíveis divergências para tarifas de celular	
Internet	http://www.siemens.com/automation/support-request

	América
Telefone	+1 423 262 2522
Fax	+1 423 262 2200
E-Mail	mailto:techsupport.sea@siemens.com

	Ásia / Pacífico
Telefone	+86 1064 757575
Fax	+86 1064 747474
E-Mail	mailto:support.asia.automation@siemens.com

Indicação

Os números de telefone para suporte técnico de cada país estão disponíveis na Internet: http://www.automation.siemens.com/partner

Perguntas sobre a documentação

Em caso de dúvidas sobre documentação (reclamações, correções) favor encaminhar Fax ou E-Mail ao seguinte endereço:

Fax:	+49 9131- 98 2176
E-Mail:	mailto:docu.motioncontrol@siemens.com

O modelo de fax se encontra no anexo do documento.

Endereço de Internet para SINUMERIK

http://www.siemens.com/sinumerik

Manual de programação "Fundamentos" e "Preparação de trabalho"

A descrição da programação de NC é dividida em 2 manuais:

1. **Fundamentos**

   O manual de programação básico é voltado para o operador de máquinas com conhecimentos específicos em fresamento, furação e torneamento. Exemplos simples de programação são usados para explicar as instruções, que também são definidas pela DIN 66025.

2. **Preparação do trabalho**

   O manual de programação "Preparação de trabalho" oferece ao técnico, conhecimentos sobre todas as possibilidades de programação. O Comando SINUMERIK permite que com uma linguagem de programação especial sejam feitos complexos programas de peça (por exemplo, superfícies de formas livres, sincronismo de canais, ...) e facilita a programação de operações de alta complexidade.

Disponibilidade dos elementos da linguagem de NC descritos

Todos o elementos de linguagem de NC descritos no seguinte manual são disponíveis para SINUMERIK 840D sl. A disponibilidade com relação ao SINUMERIK 828D está indicada na coluna "828D" em "Lista de instruções (Página 447)".

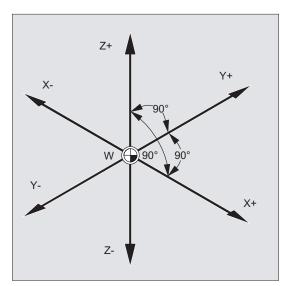
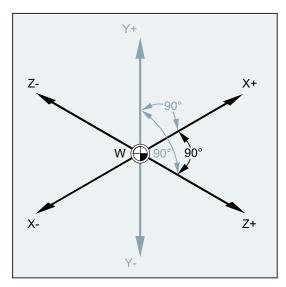
Conteúdo

Fundamentos geométricos 1

1.1 Posições da peça

1.1.1 Sistemas de coordenadas da peça

Para que a máquina e o comando possam trabalhar com as posições especificadas, estas especificações devem ser realizadas em um sistema de referência que coincida com as direções de movimento dos eixos da máquina. Para isso utilizamos um sistema de coordenadas com os eixos X, Y e Z.

De acordo com a norma DIN 66217, para máquinas-ferramenta são aplicados sistemas de coordenadas de sentido horário e ortogonais (cartesianos).

Esquema 1-1 Sistema de coordenadas de peça para fresamento

Esquema 1-2 Sistema de coordenadas de peça para torneamento

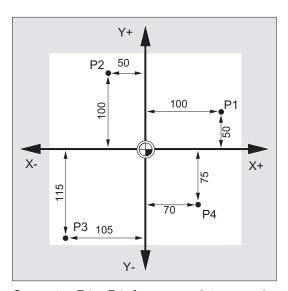
O ponto zero da peça (W) é a origem do sistema de coordenadas da peça.

Em alguns casos é interessante ou até necessário trabalhar com especificações de posição negativas. Por isso que as posições que estão à esquerda do ponto zero recebem um sinal negativo ("-").

1.1.2 Coordenadas cartesianas

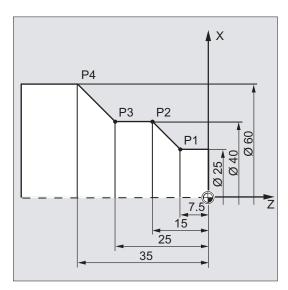
No sistema de coordenadas os eixos são aplicados em uma escala (imaginária). Desta forma é possível descrever claramente cada um dos pontos no sistema de coordenadas e com isso cada posição de peça através de três direções (X, Y e Z) e seus valores numéricos. O ponto zero da peça sempre tem as coordenadas X0, Y0 e Z0.

Dados de posição em forma de coordenadas cartesianas

Para simplificar mais, no seguinte exemplo consideremos apenas um plano do sistema de coordenadas, o plano X/Y:

Os pontos P1 a P4 têm as seguintes coordenadas:

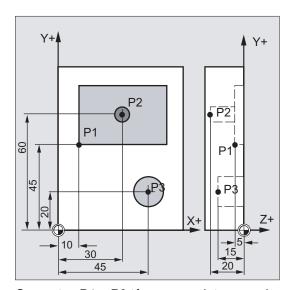
Posição	Coordenadas
P1	X100 Y50
P2	X-50 Y100
P3	X-105 Y-115
P4	X70 Y-75

Exemplo: Posições da peça no torneamento

Em tornos basta um plano para descrever um contorno:

Os pontos P1 a P4 têm as seguintes coordenadas:

Posição	Coordenadas
P1	X25 Z-7.5
P2	X40 Z-15
P3	X40 Z-25
P4	X60 Z-35

Exemplo: Posições da peça no fresamento

Para operações de fresamento também é necessário descrever a profundidade de penetração, isto é, também deve ser atribuído um valor numérico à terceira coordenada (neste caso é o Z).

Os pontos P1 a P3 têm as seguintes coordenadas:

Posição	Coordenadas
P1	X10 Y45 Z-5
P2	X30 Y60 Z-20
P3	X45 Y20 Z-15

1.1.3 Coordenadas polares

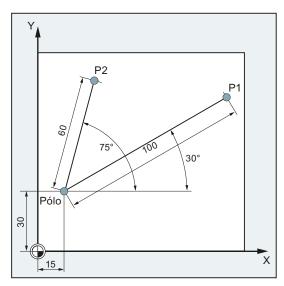
Ao invés de coordenadas cartesianas também podem ser usadas coordenadas polares para descrição das posições da peça. Isto é bastante útil quando uma peça ou uma parte da peça for cotada com raios e ângulos. O ponto de origem da cotagem é denominado de "Pólo".

Dados de posição em forma de coordenadas polares

As coordenadas polares são compostas pelo **raio polar** e pelo **ângulo polar**.

O raio polar é a distância entre o pólo e a posição.

O ângulo polar é o ângulo entre o raio polar e o eixo horizontal do plano de trabalho. Ângulos polares negativos percorrem em sentido horário, os positivos em sentido anti-horário.

Exemplo

Os pontos P1 e P2 podem, relativos ao pólo, serem descritos da seguinte maneira:

Posição	Coordenadas polares
P1	RP=100 AP=30
P2	RP=60 AP=75
RP: Raio polar AP: Ângulo polar	

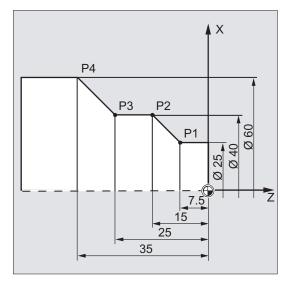
1.1.4 Dimensão absoluta

Dados de posição em dimensão absoluta

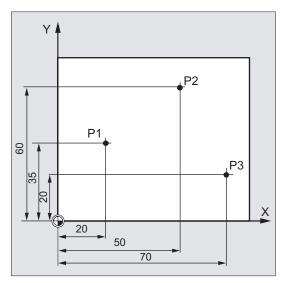
No caso das dimensões absolutas todos dados de posição sempre referem-se ao atual ponto zero aplicado.

Do ponto de vista do movimento da ferramenta isto significa:

A especificação em dimensões absolutas descreve a posição em que a ferramenta deve percorrer.

Exemplo: Torneamento

Para os pontos P1 até P4 em dimensões absolutas resultam os seguintes dados de posição:

Posição	Especificação da posição em dimensão absoluta
P1	X25 Z-7,5
P2	X40 Z-15
P3	X40 Z-25
P4	X60 Z-35

Exemplo: Fresamento

Para os pontos P1 até P3 em dimensões absolutas resultam os seguintes dados de posição:

Posição	Especificação da posição em dimensão absoluta
P1	X20 Y35
P2	X50 Y60
P3	X70 Y20

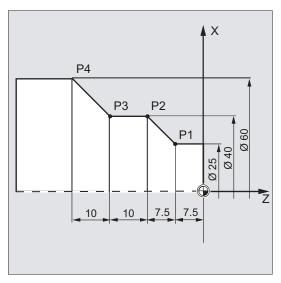
1.1.5 Dimensão incremental

Dados de posição em dimensão incremental (cotagem incremental)

Muitas vezes nos desenhos de produção as cotas não fazem referência com o ponto zero, mas com outro ponto da peça. Para não ter que calcular estas cotas, existe a possibilidade da especificação de dimensões incrementais. Neste tipo de especificação dimensional a indicação da posição sempre se refere ao ponto anterior.

Do ponto de vista do movimento da ferramenta isto significa:

A especificação em dimensões incrementais descreve o quanto a ferramenta ainda deve ser deslocada.

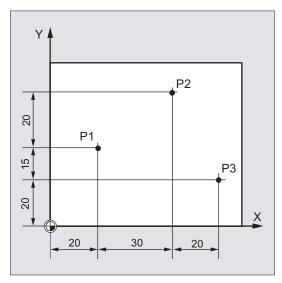
Exemplo: Torneamento

Para os pontos P2 até P4 em dimensões incrementais resultam os seguintes dados de posição:

Posição	Especificação da posição em dimensão incremental	A especificação refere-se ao:
P2	X15 Z-7,5	P1
P3	Z-10	P2
P4	X20 Z-10	P3

Indicação

Com o `DIAMOF` ou o `DIAM90` ativado o curso nominal em dimensões incrementais (`G91`) é programado como raio.

Exemplo: Fresamento

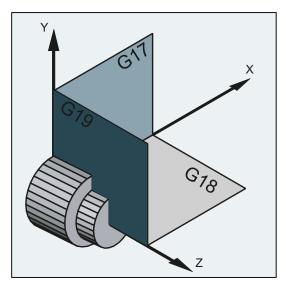
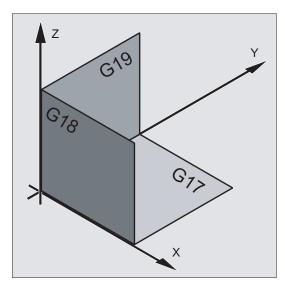
Os dados de posição para os pontos P1 até P3 em dimensão incremental são:

Para os pontos P1 até P3 em dimensões incrementais resultam os seguintes dados de posição:

Posição	Especificação da posição em dimensão incremental	A especificação refere-se ao:
P1	X20 Y35	Ponto zero
P2	X30 Y20	P1
P3	X20 Y-35	P2

1.2 Planos de trabalho

Um programa NC deve conter a informação em qual plano se deve trabalhar. Somente então o comando pode processar corretamente os valores de correção da ferramenta durante a execução do programa NC. Além disso, a especificação do plano de trabalho é importante para determinados tipos de programação de círculos e para as coordenadas polares.

Todo plano de trabalho é definido por dois eixos de coordenadas. O terceiro eixo de coordenadas sempre é perpendicular à este plano e determina o sentido de penetração da ferramenta (p. ex. para usinagem 2D).

Planos de trabalho no torneamento / fresamento

Esquema 1-3 Planos de trabalho no torneamento

Esquema 1-4 Planos de trabalho no fresamento

Programação dos planos de trabalho

No programa NC os planos de trabalho são definidos com os comandos `G17`, `G18` e `G19` da seguinte forma:

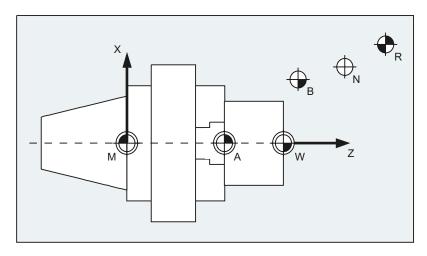
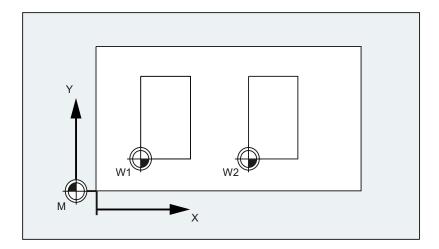
Comando G	Plano de trabalho	Sentido de penetração	Abscissa	Ordenada	Aplicada
`G17`	X/Y	Z	X	Y	Z
`G18`	Z/X	Y	Z	X	Y
`G19`	Y/Z	X	Y	Z	X

1.3 Pontos zero e pontos de referência

Em uma máquina NC são definidos diversos pontos zero e pontos de referência:

Pontos zero		
	M	Ponto zero da máquina Com o ponto zero da máquina define-se o sistema de coordenadas da máquina (MCS). Todos os pontos de referência estão relacionados ao ponto zero da máquina.
	W	Ponto zero da peça = Ponto zero do programa O ponto zero da peça define o sistema de coordenadas da peça em função do ponto zero da máquina.
	A	Ponto de encosto Pode coincidir com o ponto zero da peça (apenas em tornos).

Pontos de referência		
	R	Ponto de referência Posição definida por cames e sistema de medição. A distância até o ponto zero da máquina M deve ser conhecida de modo que a posição do eixo neste ponto possa ser definida exatamente com este valor.
	B	Ponto de partida Definível pelo programa. Aqui inicia a 1ª ferramenta da usinagem.
	T	Ponto de referência do porta-ferramenta Encontra-se no assento do porta-ferramenta. Através da especificação do comprimento das ferramentas o comando calcula a distância da ponta da ferramenta até o ponto de referência do porta-ferramenta.
	N	Ponto de troca de ferramentas

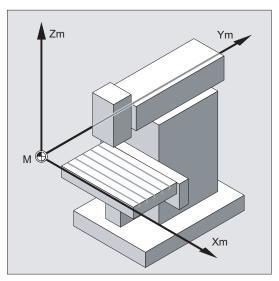
Pontos zero e pontos de referência no torneamento

Pontos zero no fresamento

1.4 Sistemas de coordenadas

Se distinguem os seguintes sistemas de coordenadas:

- Sistema de coordenadas da máquina (MCS) (Página 27) com o ponto zero da máquina M
- Sistema de coordenadas básico (BCS) (Página 30)
- Sistema de ponto zero básico (BNS) (Página 32)
- Sistema de ponto zero ajustável (ENS) (Página 33)
- Sistema de coordenadas da peça (WCS) (Página 34) com o ponto zero da peça W

1.4.1 Sistema de coordenadas da máquina (MCS)

O sistema de coordenadas da máquina é formado por todos eixos fisicamente presentes.

No sistema de coordenadas da máquina são definidos pontos de referência, pontos de troca de ferramentas e de troca de paletes (pontos fixos da máquina).

Se a programação for realizada diretamente no sistema de coordenadas da máquina (possível para algumas funções G), então os eixos físicos da máquina são acionados diretamente. Neste caso não é considerada uma eventual fixação de peça existente.

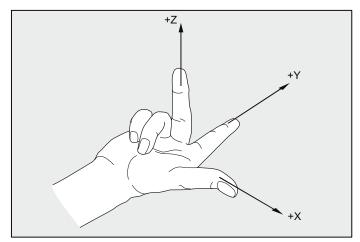
Indicação

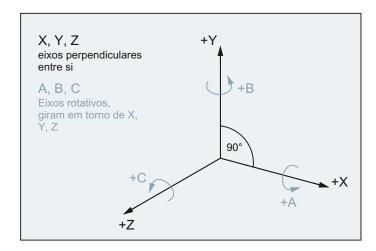
Se existem diferentes sistemas de coordenadas da máquina (p. ex. transformação de 5 eixos), então a cinemática da máquina é reproduzida, por transformação interna, no sistema de coordenadas em que é realizada a programação.

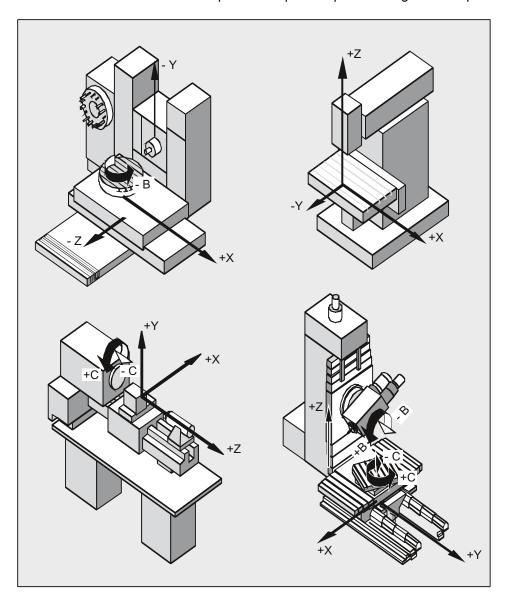
Regra dos três dedos

A disposição do sistema de coordenadas na máquina depende do tipo da respectiva máquina. A orientação dos eixos segue a assim chamada "Regra dos três dedos" da mão **direita** (conforme DIN 66217).

Quando estamos de frente à máquina, o dedo médio da mão direita aponta contra o sentido de penetração do fuso principal. A partir disto temos:

- o polegar no sentido +X
- o dedo indicador no sentido +Y
- o dedo médio no sentido +Z

Esquema 1-5 "Regra dos três dedos"

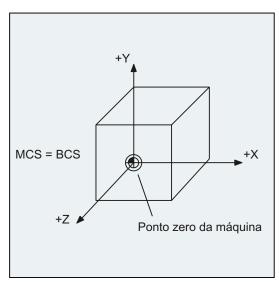
Os movimentos de giro em torno dos eixos de coordenadas X, Y e Z são identificados com A, B e C. O sentido de giro é positivo se o movimento de giro for realizado no sentido horário do ponto de vista do sentido positivo do eixo de coordenadas:

Disposição do sistema de coordenadas em diferentes tipos de máquina

A disposição do sistema de coordenadas que resulta da "Regra dos três dedos" pode ser alinhada diferente em diferentes tipos de máquina. Aqui temos alguns exemplos:

1.4.2 Sistema de coordenadas base (BCS)

O sistema de coordenadas báse (BCS) é composto de três eixos dispostos perpendicularmente (eixos geométricos), além de outros eixos (eixos adicionais) sem relação geométrica.

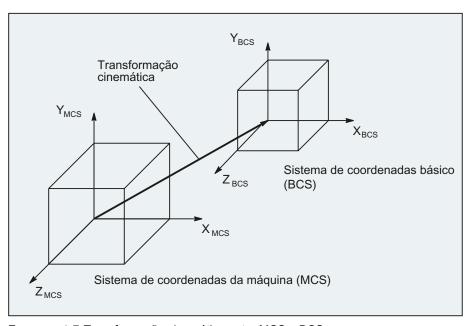
Máquinas-ferramenta sem transformação cinemática

O BCS e o MCS sempre coincidem quando o BCS pode ser reproduzido sem transformação cinemática (p. ex. transformação de 5 eixos, TRANSMIT / TRACYL / TRAANG) no MCS.

Nestas máquinas os eixos de máquina e os eixos geométricos podem receber o mesmo nome.

Esquema 1-6 MCS = BCS sem transformação cinemática

Máquinas-ferramenta com transformação cinemática

O BCS e o MCS não coincidem quando o BCS é reproduzido com transformação cinemática (p. ex. transformação de 5 eixos, TRANSMIT / TRACYL / TRAANG) no MCS.

Nestas máquinas os eixos de máquina e os eixos geométricos devem receber nomes diferentes.

Esquema 1-7 Transformação cinemática entre MCS e BCS

Cinemática da máquina

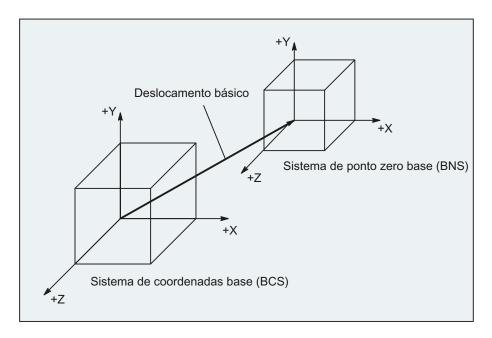
A peça sempre é programada em um sistema de coordenadas perpendicular (WCS) de duas ou três dimensões. Entretanto, para produção destas peças de trabalho é cada vez maior o emprego de máquinas-ferramenta com eixos rotativos ou eixos lineares dispostos de forma não perpendicular. A transformação cinemática serve para reproduzir as coordenadas (perpendiculares) programadas em WCS em movimentos reais de eixos de máquina.

Literatura

Manual de funções ampliadas; Transformação cinemática (M1)

Manual de funções especiais; Transformação de 3 a 5 eixos (F2)

1.4.3 Sistema de ponto zero básico (BNS)

O sistema de ponto zero básico (BNS) resulta do sistema de coordenadas básico através do deslocamento básico.

Deslocamento básico

O deslocamento básico descreve a transformação de coordenadas entre o BCS e o BNS. Com ele, por exemplo, pode ser definido o ponto zero de paletes.

O deslocamento básico é composto por.

- Deslocamento de ponto zero externo
- Deslocamento DRF
- Movimento sobreposto
- Frames de sistema encadeados
- Frames básicos encadeados

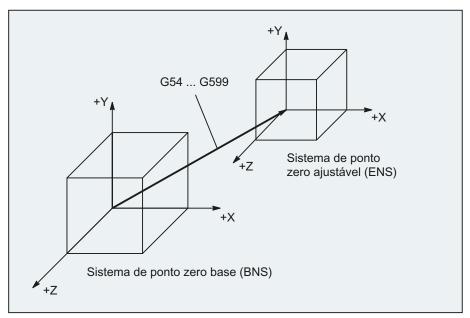
Literatura

Manual de funções básicas, eixos, sistemas de coordenadas, Frames (K2)

1.4.4 Sistema de ponto zero ajustável (ENS)

Deslocamento de ponto zero ajustável

Através do deslocamento de ponto zero ajustável resulta o "Sistema de ponto zero ajustável" (ENS) a partir do sistema de ponto zero básico (BNS).

Os deslocamentos de ponto zero ajustáveis são ativados no programa NC através dos comandos `G54`...`G57` e `G505`...`G599`.

Se não houver nenhuma transformação de coordenadas (Frame) programável ativa, então o "Sistema de ponto zero ajustável" é o sistema de coordenadas da peça (WCS).

Transformações de coordenadas (Frames) programáveis

As vezes é interessante e necessário, em um programa NC, deslocar o sistema de coordenadas original da peça de trabalho (ou o "Sistema de ponto zero ajustável") para outro ponto e, eventualmente, aplicar a rotação, espelhamento e/ou escala nele. Isto é realizado através das transformações de coordenadas (Frames).

Veja o capítulo: "Transformações de coordenadas (Frames)"

Indicação

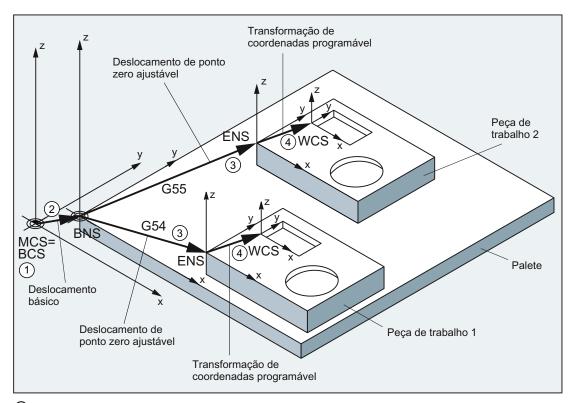
As transformações de coordenadas (Frames) programáveis sempre se referem ao "Sistema de ponto zero ajustável".

1.4.5 Sistema de coordenadas da peça (WCS)

No sistema de coordenadas da peça (WCS) é descrita a geometria de uma peça de trabalho. Ou explicado de outra forma: As indicações no programa NC referem-se ao sistema de coordenadas da peça.

O sistema de coordenadas da peça é sempre um sistema de coordenadas cartesiano e sempre atribuído à uma determinada peça.

1.4.6 Qual é a relação entre os diversos sistemas de coordenadas?

O exemplo da figura a seguir deve explanar mais uma vez as relações entre os diversos sistemas de coordenadas:

① Uma transformação cinemática não está ativa, isto é, o sistema de coordenadas da máquina e o sistema de coordenadas básico coincidem.

② Através do deslocamento básico resulta o sistema de ponto zero básico (BNS) com o ponto zero de palete.

③ Através do deslocamento de ponto zero ajustável `G54` e `G55` é definido o "Sistema de ponto zero ajustável" (ENS) para peça 1, respectivamente para peça 2.

④ Através da transformação de coordenadas programável resulta o sistema de coordenadas da peça (WCS).

Fundamentos de programação NC 2

Indicação

A diretriz para programação NC é a norma DIN 66025.

2.1 Denominação de um programa NC

Regras para denominação de programas

Cada programa NC possui seu próprio nome (identificador), que pode ser escolhido no momento da criação do programa sob observação das seguintes regras:

- O tamanho do nome não pode exceder 24 caracteres, pois ao NC são indicados apenas os primeiros 24 caracteres de um nome de programa.
- Os caracteres permitidos são:
  - Letras: A...Z, a...z
  - Números: 0...9
  - Sublinhados: _
- Os primeiros dois caracteres devem ser:
  - duas letras

    ou
  - um sublinhado e uma letra

  Quando esta condição estiver preenchida, então um programa NC, através do nome de programa, pode ser chamado como subrotina por outro programa. Se o nome do programa for iniciado com números, então não será possível realizar a chamada de subrotina através da instrução `CALL`.

Exemplos:

_MPF100

EIXO

EIXO_2

Arquivos em formato de fita perfurada

Arquivos de programa criados externamente, que são carregados no NC através da interface V24, precisam estar disponíveis em formato de fita perfurada.

Para o nome de um arquivo em formato de fita perfurada são aplicadas as seguintes regras adicionais:

- O nome do programa deve iniciar com o caractere "%":

  %<Nome>

- O nome do programa deve possuir uma extensão longa de 3 dígitos:

  %<Nome>_xxx

Exemplos:

- %_N_EIXO123_MPF
- %Flange3_MPF

Indicação

O nome de um arquivo, armazenado internamente na memória do NC, começa com "_N_".

Literatura

Outras informações sobre a transmissão, criação e salvamento de programas de peças estão disponíveis no manual de operação de sua interface de operação.

2.2 Composição e conteúdo de um programa NC

2.2.1 Blocos e componentes de blocos

Blocos

Um programa NC é constituído de uma sequência de blocos NC. Cada bloco contém os dados para execução de um passo de trabalho na usinagem da peça.

Componentes do bloco

Blocos NC são compostos pelos seguintes componentes:

- Comandos (instruções) conforme norma DIN 66025
- Elementos da linguagem avançada de NC

Comandos conforme norma DIN 66025

Os comandos conforme norma DIN 66025 são constituídos por um caractere de endereço e um número ou uma sequência de números que representam um valor aritmético.

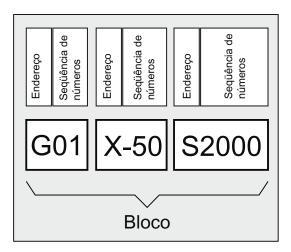
Caracteres de endereço (endereço)

O caractere de endereço (normalmente é uma letra) define o significado do comando.

Exemplos:

Caractere de endereço	Significado
G	Função G (condição de curso)
X	Informação de curso para eixo X
S	Rotação do fuso

Sequência de números

A sequência de números é o valor atribuído ao caractere de endereço. A sequência de números pode conter sinal (antecedente) e ponto decimal, onde o sinal sempre está entre a letra de endereço e a sequência de números. O sinal positivo (+) e os zeros à esquerda (0) não precisam ser escritos.

Elementos da linguagem avançada de NC

Visto que o conjunto de comandos conforme norma DIN 66025 não é mais suficiente para a programação de sequências complexas de usinagem em máquinas-ferramenta modernas, ele foi ampliado por elementos da linguagem avançada de NC.

Entre outros, pertencem aqui:

- Comandos da linguagem avançada de NC

  A diferença com os comandos segundo a norma DIN 66025 é que os comandos da linguagem avançada de NC são compostos por várias letras de endereço, p. ex.:

  – `OVR` para correção de rotação (Override)

  – `SPOS` para posicionamento de fuso

- Identificadores (nomes definidos) para:

  – Variáveis de sistema

  – Variáveis definidas pelo usuário

  – Subrotinas

  – Palavras-chave

  – Marcadores de salto

  – Macros

ATENÇÃO
Um identificador deve ser único e não pode ser utilizado para diversos objetos.

- Operadores de comparação
- Operadores lógicos
- Funções de cálculo
- Estruturas de controle

Literatura:
Manual de programação Avançada; capítulo: Programação NC flexível

Efeito de comandos

Os comandos podem ter efeito modal ou por blocos:

- Modal

  Os comandos ativos modalmente e seus valores programados mantém sua validade (em todos blocos seguintes) até que:

  – sob o mesmo comando for programado um novo valor.

  – seja programado um comando que cancela o efeito do comando válido até neste momento.

- Por blocos

  Os comandos ativos por blocos são válidos apenas para o bloco em que foram programados.

Fim do programa

O último bloco nas sequências de execução contém uma palavra especial para o fim do programa: `M2`, `M17` ou `M30`.

2.2.2 Regras de blocos

Início do bloco

Os blocos NC podem ser identificados por números de bloco no início de cada bloco. Estes são constituídos pelo caractere "N" e um número inteiro e positivo, p. ex.:
`N40 ...`

A seqüência dos números de blocos é aleatória, mas recomenda-se o uso de números de bloco em ordem crescente.

Indicação

Os números de blocos devem ser únicos dentro de um programa, para obter um só resultado em uma localização.

Fim de bloco

Um bloco é encerrado com o caractere "LF" (LINE FEED = nova linha).

Indicação

O caractere "LF" não precisa ser escrito. Ele é gerado automaticamente com a quebra de linha.

Tamanho de bloco

Um bloco pode comportar no máximo **512 caracteres** (inclusive comentário e caractere de fim de bloco "LF").

Indicação

Na atual exibição no monitor geralmente são exibidos três blocos, cada um com até 66 caracteres. Os comentários também são exibidos. As mensagens são exibidas em uma janela de mensagens própria.

Seqüência das instruções

Para construir a estrutura do bloco de forma clara, as instruções em um bloco devem ser ordenadas na seguinte ordem:

`N… G… X… Y… Z… F… S… T… D… M… H…`

Endereço	Significado
N	Endereço do número de bloco
G	Condição de curso
X,Y,Z	Informação de curso
F	Avanço
S	Número de rotações
T	Ferramenta
D	Número de correção da ferramenta
M	Função adicional
H	Função auxiliar

Indicação

Alguns endereços podem ser utilizados várias vezes em um mesmo bloco, p. ex.:

`G…, M…, H…`

2.2.3 Atribuições de valores

Aos endereços podem ser atribuídos valores. Neste caso são aplicadas as seguintes regras:

- Um caractere "=" deve ser escrito entre o endereço e o valor se:
  - o endereço for constituído por mais de uma letra.
  - o valor for constituído por mais de uma constante.

  O caractere "=" pode ser desconsiderado se o endereço for apenas uma letra e o valor for constituído por uma constante apenas.
- Sinais são permitidos.
- Caracteres de separação após a letra de endereço são permitidos.

Exemplos:

`X10`	Atribuição de valor (10) no endereço X, "=" desnecessário
`X1=10`	Atribuição de valor (10) em um endereço (X) com extensão numérica (1), "=" necessário
`X=10*(5+SIN(37.5))`	Atribuição de valor através de uma expressão numérica, "=" necessário

---

Indicação

Sempre após uma extensão numérica deve-se prosseguir com um dos caracteres especiais "=", "(", "[", ")", "]", "," ou com um operador, para distinguir o endereço com extensão numérica de uma letra de endereço acompanhada de valor.

2.2.4 Comentários

Para facilitar o entendimento de um programa NC, os blocos NC podem receber comentários explanadores.

Um comentário está no fim do bloco e é separado por um ponto-e-vírgula (";") deste bloco NC no programa.

Exemplo 1:

Código de programa	Comentário
N10 G1 F100 X10 Y20	; Comentário para explanação do bloco NC

Exemplo 2:

Código de programa	Comentário
N10	; Empresa G&S, pedido n° 12A71
N20	; Programa criado por Sr. Müller, depto. TV 4, em 21.11.94
N50	; Peça n° 12, carcaça para bomba de imersão tipo TP23A

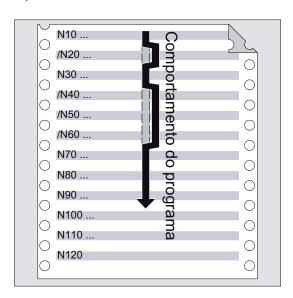
Indicação

Os comentários são armazenados e aparecem na atual exibição de bloco durante a execução do programa.

2.2.5 Omissão de blocos

Os blocos NC que não são executados em toda execução de programa (p. ex. iniciar programa), podem ser omitidos.

Programação

Os blocos que devem ser omitidos são identificados pelo caractere "/" (barra) posicionado antes do número de bloco. Também podem ser omitidos vários blocos em seqüência. As instruções nos blocos omitidos não serão executados, o programa é continuado com o próximo bloco não omitido.

Exemplo:

Código de programa	Comentário
N10 …	; será executado
/N20 …	; omitido
N30 …	; será executado
/N40 …	; omitido
N70 …	; será executado

Níveis de omissão

Os blocos podem ser associados à níveis de omissão (máx. 10), que são ativados através da interface de operação.

A programação é feita através de uma barra posicionada no início, seguida pelo número do nível de omissão. Por bloco pode ser especificado apenas um nível de omissão.

Exemplo:

Código de programa	Comentário
/ ...	; O bloco será omitido (1° nível de omissão)
/0 ...	; O bloco será omitido (1° nível de omissão)
/1 N010...	; O bloco será omitido (2° nível de omissão)
/2 N020...	; O bloco será omitido (3° nível de omissão)
...	
/7 N100...	; O bloco será omitido (8° nível de omissão)
/8 N080...	; O bloco será omitido (9° nível de omissão)
/9 N090...	; O bloco será omitido (10° nível de omissão)

Indicação

O número de níveis de omissão que podem ser usados depende de um dado de máquina de exibição.

Indicação

As seqüências de programa que podem ser alteradas, também podem ser geradas para saltos condicionais através do emprego de variáveis de sistema e de usuário.

---

3 Criação de um programa NC

3.1 Procedimento básico

Na criação de um programa NC a programação, ou seja, a conversão dos diversos passos de trabalho para a linguagem NC, é na maioria das vezes apenas uma pequena parte do trabalho de programação.

Antes da programação propriamente dita, deve existir primeiro um planejamento e a preparação dos passos de trabalho. Quanto mais exato for o planejamento de como o programa será dividido e construído, mas rápido e simples será a própria programação, mais claro e menos suscetível à erros será o programa NC. Além disso, os programas claros também oferecem uma grande vantagem na realização de futuras alterações.

Visto que cada peça tem aparência idêntica, é bastante conveniente, criar cada programa com exatamente o mesmo método. Para a maioria dos casos é aplicado o procedimento a seguir, mas como orientação.

Procedimento

1. **Preparar desenho da peça**
   - Definir o ponto zero da peça
   - Marcar o sistema de coordenadas
   - Calcular eventuais coordenadas faltantes
2. **Definir o processo de usinagem**
   - Quais ferramentas são usadas e quando são usadas para usinagem de qual contorno?
   - Em qual seqüência são produzidos os elementos individuais da peça?
   - Quais elementos individuais se repetem (também podem ser girados) e devem ser armazenados em uma subrotina?
   - Existem outros programas de peça e subrotinas de contornos que podem ser aproveitados para a atual peça?
   - Onde são convenientes ou necessários o deslocamento de ponto zero, rotação, espelhamento e o escalonamento (conceito de Frames)?

3. **Elaborar plano de trabalho**

   Definir passo a passo todos processos de usinagem da máquina, p. ex.:

   – Movimentos de avanço rápido para posicionamento
   – Troca de ferramentas
   – Definir plano de usinagem
   – Afastamento para nova medição
   – Ligar e desligar fuso, líquido refrigerante
   – Chamar dados de ferramenta
   – Penetração
   – Correção de trajetória
   – Aproximação no contorno
   – Afastamento do contorno
   – etc.

4. **Traduzir os passos de trabalho na linguagem de programação**

   – Anotar cada passo individual como bloco NC (ou blocos NC).

5. **Agrupar todos passos individuais em um programa**

3.2 Caracteres disponíveis

Para a criação de programas NC estão disponíveis os seguintes caracteres:

- Letras maiúsculas:

  A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N,(O),P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z
- Letras minúsculas:

  a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z
- Números:

  0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
- Caracteres especiais:

  Veja a tabela a seguir!

Caracteres especiais	Significado
%	Caractere inicial de programa (apenas para criação de programas em PC externo)
(	Colocação de parênteses em parâmetros ou em expressões
)	Colocação de parênteses em parâmetros ou em expressões
[	Colocação de parênteses em endereços ou índices de campos
]	Colocação de parênteses em endereços ou índices de campos
<	menor
>	maior
:	Bloco principal, final de etiqueta, operador de concatenação
=	Atribuição, equivalência
/	Divisão, omissão de blocos
*	Multiplicação
+	Adição
-	Subtração, sinal negativo
"	Aspas, identificação para seqüência de caracteres
'	Apóstrofe, identificação para valores numéricos especiais: hexadecimal, binário
$	Identificação de variável própria do sistema
_	Sublinhado, pertence às letras
?	Reservado
!	Reservado
.	Ponto decimal
,	Vírgula, separador de parâmetros
;	Início de comentário
&	Caractere de formatação, mesmo efeito que espaço vazio
LF	Fim de bloco
Tabulador	Separador
Espaço	Separador (espaço)

ATENÇÃO
Não confundir a letra "O" com o número "0"!

Indicação

Não é feita nenhuma distinção entre letras minúsculas e maiúsculas (exceção: chamada de ferramenta).

Indicação

Os caracteres especiais não representáveis são tratados como se fossem espaços vazios.

3.3 Cabeçalho do programa

Os blocos NC que precedem os próprios blocos de movimento para produção do contorno da peça são denominados como cabeçalho de programa.

O cabeçalho de programa contém informações e instruções sobre:

- Troca de ferramentas
- Correções de ferramentas
- Movimento do fuso
- Controle de avanço
- Ajustes de geometria (deslocamento de ponto zero, escolha do plano de trabalho)

Cabeçalho de programa no torneamento

O exemplo a seguir mostra como normalmente é construído o cabeçalho de um programa NC para torneamento:

Código de programa	**Comentário**
`N10 G0 G153 X200 Z500 T0 D0`	; Recuar o porta-ferramenta, antes do revólver de ferramentas ser girado.
`N20 T5`	; Girar para dentro a ferramenta 5.
`N30 D1`	; Ativar o bloco de dados de corte da ferramenta.
`N40 G96 S300 LIMS=3000 M4 M8`	; Velocidade de corte constante (Vc) = 300 m/min, limitação de rotação = 3000 rpm, sentido de giro à esquerda, refrigeração ligada.
`N50 DIAMON`	; O eixo X é programado em diâmetro.
`N60 G54 G18 G0 X82 Z0.2`	; Chamar deslocamento de ponto zero e plano de trabalho, aproximar posição de partida.
...	

Cabeçalho de programa no fresamento

O exemplo a seguir mostra como normalmente é construído o cabeçalho de um programa NC para fresamento:

Código de programa	Comentário
N10 T="SF12"	; Alternativa: T123
N20 M6	; Iniciar a troca de ferramentas
N30 D1	; Ativar o bloco de dados de corte da ferramenta
N40 G54 G17	; Deslocamento de ponto zero e plano de trabalho
N50 G0 X0 Y0 Z2 S2000 M3 M8	; Movimento de aproximação até a peça, fuso e líquido refrigerante ligados
...	

Ao trabalhar com orientação de ferramenta / transformações de coordenadas, então no início do programa ainda devem ser deletados eventuais transformações ativas:

Código de programa	Comentário
N10 CYCLE800()	; Reset do plano girado
N20 TRAFOOF	; Reset do TRAORI, TRANSMIT, TRACYL, ...
...	

3.4 Exemplos de programa

3.4.1 Exemplo 1: Primeiros passos de programação

O exemplo de programa 1 serve para executar e testar os primeiros passos de programação no NC.

Procedimento

1. Criar novo programa de peças (nomes)
2. Editar programa de peça
3. Selecionar programa de peça
4. Ativar bloco-a-bloco
5. Iniciar programa de peça

Literatura:
Manual de operação da presente interface de operação

Indicação

Para que o programa possa ser executado na máquina, os dados de máquina também precisam estar definidos (→ Fabricante da máquina).

Indicação

Durante o teste de um programa podem aparecer alarmes. Estes alarmes precisar ser resetados primeiro.

Exemplo de programa 1

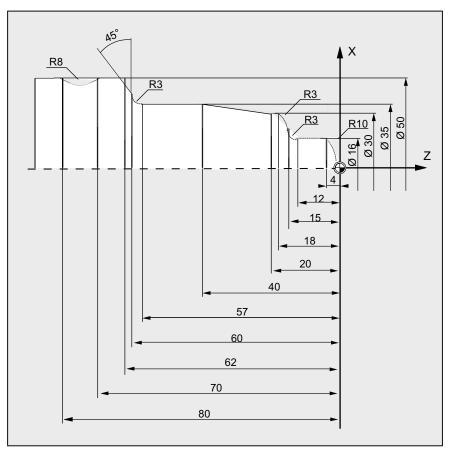
Código de programa		Comentário
N10 MSG("ESTE É O MEU PROGRAMA NC")	;	É dada a mensagem "ESTE É O MEU PROGRAMA NC" na linha de alarmes
N20 F200 S900 T1 D2 M3	;	Avanço, fuso, ferramenta, correção de ferramenta, fuso à direita
N30 G0 X100 Y100	;	Aproximar a posição em avanço rápido
N40 G1 X150	;	Retângulo com avanço normal, reta em X
N50 Y120	;	Reta em Y
N60 X100	;	Reta em X
N70 Y100	;	Reta em Y
N80 G0 X0 Y0	;	Retrocesso em avanço rápido
N100 M30	;	Fim de bloco

3.4.2 Exemplo 2: Programa NC para torneamento

O exemplo de programa 2 está previsto para usinagem de uma peça em um torno. Ele contém a programação de raio e correção do raio da ferramenta.

Indicação

Para que o programa possa ser executado na máquina, os dados de máquina também precisam estar definidos (→ Fabricante da máquina).

Desenho dimensional da peça

Esquema 3-1 Vista de planta

Exemplo de programa 2

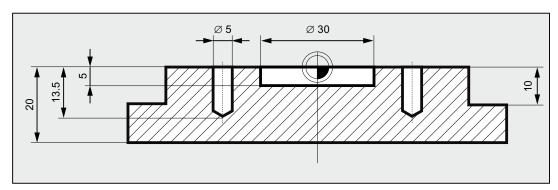
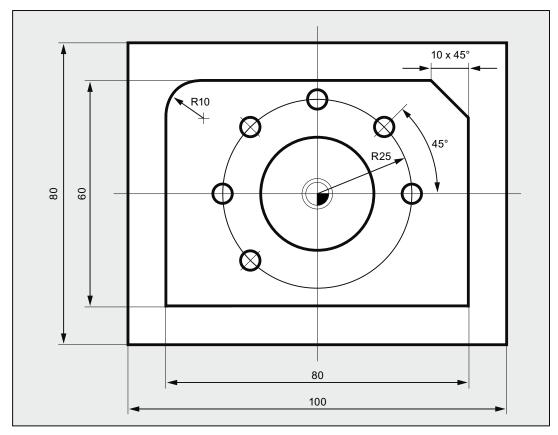
Código de programa	Comentário
N5 G0 G53 X280 Z380 D0	; Ponto de partida
N10 TRANS X0 Z250	; Deslocamento de ponto zero
N15 LIMS=4000	; Limitação de rotação (G96)
N20 G96 S250 M3	; Selecionar velocidade de corte constante
N25 G90 T1 D1 M8	; Selecionar ferramenta e correção
N30 G0 G42 X-1.5 Z1	; Empregar ferramenta com correção de raio da ferramenta
N35 G1 X0 Z0 F0.25	
N40 G3 X16 Z-4 I0 K-10	; Tornear raio 10
N45 G1 Z-12	
N50 G2 X22 Z-15 CR=3	; Tornear raio 3
N55 G1 X24	
N60 G3 X30 Z-18 I0 K-3	; Tornear raio 3
N65 G1 Z-20	
N70 X35 Z-40	
N75 Z-57	
N80 G2 X41 Z-60 CR=3	; Tornear raio 3
N85 G1 X46	
N90 X52 Z-63	
N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9	; Desselecionar a correção do raio da ferramenta e aproximar o ponto de troca de ferramentas
N100 T2 D2	; Chamar ferramenta e selecionar correção
N105 G96 S210 M3	; Selecionar velocidade de corte constante
N110 G0 G42 X50 Z-60 M8	; Empregar ferramenta com correção de raio da ferramenta
N115 G1 Z-70 F0.12	; Tornear diâmetro 50
N120 G2 X50 Z-80 I6.245 K-5	; Tornear raio 8
N125 G0 G40 X100 Z50 M9	; Retrair ferramenta e desselecionar a correção do raio da ferramenta
N130 G0 G53 X280 Z380 D0 M5	; Deslocar até o ponto de troca de ferramentas
N135 M30	; Fim do programa

3.4.3 Exemplo 3: Programa NC para fresamento

O exemplo de programa 3 está previsto para usinagem de uma peça em uma fresadora vertical. Ele contém operações de fresamento superficial e lateral, assim como operações de furação.

Indicação

Para que o programa possa ser executado na máquina, os dados de máquina também precisam estar definidos (→ Fabricante da máquina).

Desenho dimensional da peça

Esquema 3-2 Vista lateral

Esquema 3-3 Vista de planta

Exemplo de programa 3

Código de programa	Comentário
N10 T="PF60"	; Pré-seleção da ferramenta de nome PF60.
N20 M6	; Carregar a ferramenta no fuso.
N30 S2000 M3 M8	; Rotação, sentido de giro, refrigeração ligada.
N40 G90 G64 G54 G17 G0 X-72 Y-72	; Ajustes básicos de geometria e aproximação do ponto de partida.
N50 G0 Z2	; Eixo Z na distância de segurança.
N60 G450 CFTCP	; Comportamento com G41/G42 ativo.
N70 G1 Z-10 F3000	; Fresa na profundidade de ataque com avanço=3000mm/min.
N80 G1 G41 X-40	; Ativação da correção do raio da fresa.
N90 G1 X-40 Y30 RND=10 F1200	; Deslocamento no contorno com avanço=1200mm/min.
N100 G1 X40 Y30 CHR=10	
N110 G1 X40 Y-30	
N120 G1 X-41 Y-30	
N130 G1 G40 Y-72 F3000	; Desseleção da correção do raio da fresa.
N140 G0 Z200 M5 M9	; Suspensão da fresa, fuso + refrigeração desligados.
N150 T="SF10"	; Pré-seleção da ferramenta de nome SF10.
N160 M6	; Carregar a ferramenta no fuso.
N170 S2800 M3 M8	; Rotação, sentido de giro, refrigeração ligada.
N180 G90 G64 G54 G17 G0 X0 Y0	; Ajustes básicos para geometria e aproximação do ponto de partida.
N190 G0 Z2	
N200 POCKET4(2,0,1,-5,15,0,0,0,0,0,800,1300,0,21,5,,,2,0.5)	; Chamada do ciclo de fresamento de bolsão.
N210 G0 Z200 M5 M9	; Suspensão da fresa, fuso + refrigeração desligados.
N220 T="ZB6"	; Chamar broca de centragem de 6mm.
N230 M6	
N240 S5000 M3 M8	
N250 G90 G60 G54 G17 X25 Y0	; Parada exata G60 devido ao posicionamento exato.
N260 G0 Z2	
N270 MCALL CYCLE82(2,0,1,-2.6,,0)	; Chamada modal do ciclo de furação.
N280 POSITION:	; Marca de salto para repetição.
N290 HOLES2(0,0,25,0,45,6)	; Modelo de posição para modelo de furação.

Código de programa	Comentário
N300 ENDLABEL:	; Identificação de fim para repetição.
N310 MCALL	; Resetamento da chamada modal.
N320 G0 Z200 M5 M9	
N330 T="SPB5"	; Chamar broca helicoidal D5mm.
N340 M6	
N350 S2600 M3 M8	
N360 G90 G60 G54 G17 X25 Y0	
N370 MCALL CYCLE82(2,0,1,-13.5,,0)	; Chamada modal do ciclo de furação.
N380 REPEAT POSITION	; Repetição da descrição de posição da centragem.
N390 MCALL	; Resetamento do ciclo de furação.
N400 G0 Z200 M5 M9	
N410 M30	; Fim do programa.

Troca de ferramentas 4

Tipo de troca de ferramenta

Para magazines de corrente, de disco e de cassetes um processo de troca de ferramentas normalmente é realizado em dois passos:

1. Com o comando T é efetuada a localização da ferramenta no magazine.
2. Em seguida, com o comando M, é executado o carregamento no fuso.

Para magazines de revólver em tornos a troca de ferramentas, inclusive a localização e o carregamento, é executada apenas com o comando T.

Indicação

O tipo de troca de ferramentas é configurado através de um dado de máquina (→ Fabricante da máquina).

Condições

Com a troca de ferramentas deve-se:

- ativar os valores de correção de ferramenta armazenados sob um número D.
- programar o respectivo plano de trabalho (ajuste básico: G18). Com isso está assegurado que a correção do comprimento da ferramenta está associada ao eixo correto.

Gerenciamento de ferramentas (opcional)

A programação da troca de ferramentas é realizada de modo diferente em máquinas com gerenciamento de ferramentas (opcional) ativo do que em máquinas sem gerenciamento de ferramentas. Por isso que as duas opções são descritas separadamente.

4.1 Troca de ferramentas sem gerenciamento de ferramentas

4.1.1 Troca de ferramentas com comando T

Função

Com a programação do comando T é realizada uma troca de ferramentas direta.

Aplicação

Em tornos com magazine de revólver.

Sintaxe

Seleção de ferramenta:

```
T<número>
T=<número>
T<n>=<número>
```

Desseleção de ferramenta:

```
T0
T0=<número>
```

Significado

T:	Comando para seleção de ferramenta inclusive troca de ferramentas e ativação da correção de ferramenta
<n>:	Número de fuso da extensão de endereço **Nota:** A possibilidade de programar um número de fuso como extensão de endereço depende da projeção da máquina; → veja as informações do fabricante da máquina)
<número>:	Número da ferramenta Faixa de valores: 0 - 32000
T0:	Comando para desselecionar a ferramenta ativa

Exemplo

Código de programa	Comentário
N10 T1 D1	; Carregamento da ferramenta T1 e ativação da correção de ferramenta D1.
...	
N70 T0	; Desselecionar a ferramenta T1.
...	

4.1.2 Troca de ferramentas com M6

Função

A ferramenta é selecionada com a programação do comando `T`. A ferramenta somente é ativada com o `M6` (inclusive corretores de ferramenta).

Aplicação

Em fresadoras com magazine de corrente, de disco e de cassetes.

Sintaxe

Seleção de ferramenta:
```
T<número>
T=<número>
T<n>=<número>
```
Troca de ferramentas:
```
M6
```
Desseleção de ferramenta:
```
T0
T0=<número>
```

Significado

`T`:	Comando para seleção de ferramenta
`<n>`:	Número de fuso da extensão de endereço **Nota:** A possibilidade de programar um número de fuso como extensão de endereço depende da projeção da máquina; → veja as informações do fabricante da máquina)
`<número>`:	Número da ferramenta Faixa de valores: 0 - 32000
`M6`:	Função M para troca de ferramentas (conforme DIN 66025) Com `M6` ativa-se a ferramenta selecionada (`T…`) e o corretor de ferramenta (`D...`).
`T0`:	Comando para retirar a seleção da ferramenta ativa

Exemplo

Código de programa	Comentário
N10 T1 M6	; Carregamento da ferramenta T1.
N20 D1	; Seleção da correção do comprimento da ferramenta.
N30 G1 X10 ...	; Trabalhar com T1.
...	
N70 T5	; Pré-seleção da ferramenta T5.
N80 ...	; Trabalhar com T1.
...	
N100 M6	; Carregamento da ferramenta T5.
N110 D1 G1 X10 ...	; Trabalhar com a ferramenta T5
...	

4.2 Troca de ferramentas com gerenciamento de ferramentas (opcional)

Gerenciamento de ferramentas

Com a função "Gerenciamento de ferramentas" garantimos, em qualquer momento, a ferramenta correta no alojamento correto da máquina e que os dados associados às ferramentas sempre sejam os mais atualizados. Além disso, ela permite um carregamento rápido de uma ferramenta, evita o refugo de peças pela monitoração da vida útil da ferramenta e pela monitoração da parada da máquina através do emprego de ferramentas substitutas (gêmeas).

Nomes de ferramentas

Em uma máquina-ferramenta com gerenciamento de ferramentas ativo as ferramentas devem receber uma identificação única com nome e número (p. ex. "Broca", "3").

A chamada da ferramenta pode ser feito através do nome da ferramenta, p. ex.:
`T="Broca"`

ATENÇÃO
O nome da ferramenta não pode conter nenhum caractere especial.

4.2.1 Troca de ferramentas com comando T e com gerenciamento de ferramentas ativo (opcional)

Função

Com a programação do comando T é realizada uma troca de ferramentas direta.

Aplicação

Em tornos com magazine de revólver.

Sintaxe

Seleção de ferramenta:
```
T=<alojamento>
T=<nome>
T<n>=<alojamento>
T<n>=<nome>
```

Desseleção de ferramenta:
```
T0
```

Significado

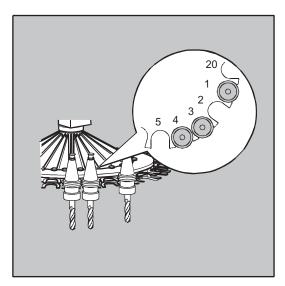
`T=`:	Comando para troca de ferramentas e ativação da correção de ferramenta Como especificações são possíveis:	
	`<alojamento>`:	Número do alojamento de magazine
	`<nome>`:	Nome da ferramenta **Nota:** Na programação de um nome de ferramenta deve-se prestar atenção à forma escrita correta (letras maiúsculas / minúsculas).
`<n>`:	Número de fuso da extensão de endereço **Nota:** A possibilidade de programar um número de fuso como extensão de endereço depende da projeção da máquina; → veja as informações do fabricante da máquina)	
`T0`:	Comando para desseleção de ferramenta (alojamento de magazine não ocupado)	

Indicação

Se em um magazine de ferramentas o alojamento de magazine selecionado não estiver ocupado, então o comando de ferramenta atua como `T0`. A seleção do alojamento de magazine não ocupado pode ser usado para posicionamento do alojamento vazio.

Exemplo

Um magazine de revólver possui os alojamentos 1 a 20 com a seguinte ocupação de ferramentas:

Alojamento	Ferramenta	Grupo de ferramentas	Estado
1	Broca, nº Duplo = 1	T15	bloqueado
2	não ocupado		
3	Broca, nº Duplo = 2	T10	liberado
4	Broca, nº Duplo = 3	T1	ativo
5 ... 20	não ocupado		

No programa NC foi programada a seguinte chamada de ferramenta:

```
N10 T=1
```

A chamada é processada da seguinte forma:

1. É considerado o alojamento de magazine 1 e com isso determinado o identificador da ferramenta.
2. O gerenciamento de ferramentas identifica que esta ferramenta está bloqueada e com isso impossibilitada de ser empregada.
3. Uma localização de ferramenta com T="Broca" é iniciada de acordo com a estratégia de localização configurada:

   "Localizar a ferramenta ativa, senão buscar a ferramenta com o nº Duplo maior mais próximo"
4. Como ferramenta aplicável foi encontrada:

   "Broca" nº Duplo 3 (no alojamento 4 do magazine)

   Com isso foi concluída a seleção da ferramenta e é iniciada a troca de ferramentas.

Indicação

Na estratégia de localização "Buscar a primeira ferramenta disponível do grupo" a seqüência deve estar definida no grupo de ferramentas a ser carregado. Neste caso é carregado o grupo T10, visto que T15 está bloqueado.

Com a estratégia de localização "Buscar a primeira ferramenta com estado 'ativo' no grupo" é carregado o T1.

4.2.2 Troca de ferramentas com M6 e com gerenciamento de ferramentas ativo (opcional)

Função

A ferramenta é selecionada com a programação do comando `T`. A ferramenta somente é ativada com o `M6` (inclusive corretores de ferramenta).

Aplicação

Em fresadoras com magazine de corrente, de disco e de cassetes.

Sintaxe

Seleção de ferramenta:
```
T=<alojamento>
T=<nome>
T<n>=<alojamento>
T<n>=<nome>
```
Troca de ferramentas:
```
M6
```
Desseleção de ferramenta:
```
T0
```

Significado

`T=`: Comando para seleção de ferramenta
Como especificações são possíveis:
- `<alojamento>`: Número do alojamento de magazine
- `<nome>`: Nome da ferramenta
  Nota:
  Na programação de um nome de ferramenta deve-se prestar atenção à forma escrita correta (letras maiúsculas / minúsculas).

`<n>`: Número de fuso da extensão de endereço
Nota:
A possibilidade de programar um número de fuso como extensão de endereço depende da projeção da máquina; → veja as informações do fabricante da máquina)

`M6`: Função M para troca de ferramentas (conforme DIN 66025)
Com `M6` ativa-se a ferramenta selecionada (`T…`) e o corretor de ferramenta (`D...`).

`T0`: Comando para retirada da seleção de ferramenta (alojamento de magazine não ocupado)

Indicação

Se em um magazine de ferramentas o alojamento de magazine selecionado não estiver ocupado, então o comando de ferramenta atua como `T0`. A seleção do alojamento de magazine não ocupado pode ser usado para posicionamento do alojamento vazio.

Exemplo

Código de programa	Comentário
N10 T=1 M6	; Carregamento da ferramenta do alojamento de magazine 1.
N20 D1	; Seleção da correção do comprimento da ferramenta.
N30 G1 X10 ...	; Trabalhar com ferramenta T=1.
...	
N70 T="Broca"	; Pré-seleção da ferramenta com nome "Broca".
N80 ...	; Trabalhar com ferramenta T=1.
...	
N100 M6	; Carregamento da broca.
N140 D1 G1 X10 ...	; Trabalho com a broca.
...	

4.3 Comportamento com programação T incorreta

O comportamento no caso de uma programação T incorreta depende da projeção da máquina:

<table>
<tr><th colspan="3">MD22562 TOOL_CHANGE_ERROR_MODE</th></tr>
<tr><th>Bit</th><th>Valor</th><th>Significado</th></tr>
<tr><td rowspan="2">7</td><td>0</td><td>Posição inicial!
Na programação T é imediatamente controlado se o número T é conhecido por parte do NCK. Se este não for o caso, será disparado um alarme.</td></tr>
<tr><td>1</td><td>O número T programado será controlado apenas quando for feita a seleção D.
Se o número T não for conhecido do NCK, então será disparado um alarme com a seleção D.
Este comportamento é desejado, por exemplo, se a programação T também deve executar um posicionamento e para isso não existirem dados de ferramenta disponíveis (magazine de revólver).</td></tr>
</table>

Corretores de ferramentas 5

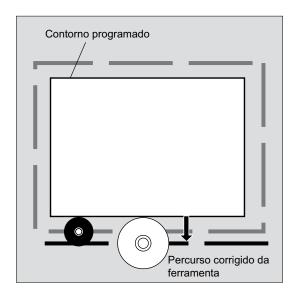
5.1 Informações gerais sobre as correções de ferramentas

As dimensões da peça são programadas diretamente (p. ex. a partir de um desenho de produção). Com isso os dados de ferramenta como diâmetro de fresa, posição de corte da ferramenta de tornear (esquerda / direita) e comprimentos de ferramenta não precisam ser observados na criação do programa.

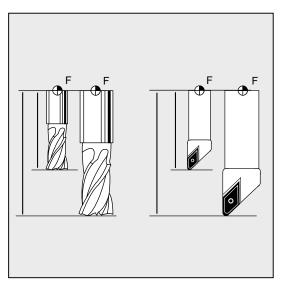
O comando corrige o percurso

Durante a produção de uma peça os cursos da ferramenta são controlados em função da geometria da ferramenta, para que o contorno programado possa ser executado com outras ferramentas.

Para que o comando possa processar as trajetórias da ferramenta, os dados de ferramenta precisam ser registrados na memória de correções de ferramentas do comando. Através do programa NC são chamados apenas a ferramenta necessária (`T...`) e o bloco de dados de correções necessário (`D...`) .

O comando busca na memória de correções de ferramentas os dados necessários da correção durante o processamento do programa e corrige individualmente a trajetória das diferentes ferramentas.

5.2 Correção do comprimento da ferramenta

Com esta correção do comprimento de ferramenta são compensadas as diferenças de comprimento entre as ferramentas empregadas.

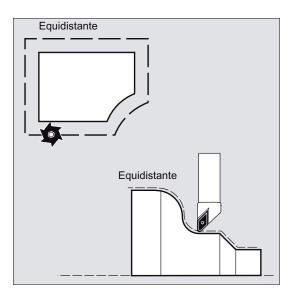
Como comprimento da ferramenta entendemos a distância entre o ponto de referência do porta-ferramenta e a ponta da ferramenta:

Este comprimento é medido e registrado na memória de correções de ferramentas no comando, juntamente com os valores de desgaste informados. A partir disso o comando calcula os movimentos de percurso no sentido de penetração.

Indicação

O valor de correção do comprimento de ferramenta depende da orientação espacial da ferramenta.

5.3 Correção do raio da ferramenta

O contorno e o percurso da ferramenta não são idênticos. O centro da fresa ou do corte devem percorrer eqüidistantes ao contorno. Para isso o comando precisa dos dados da forma da ferramenta (raio) contidos na memória de correções de ferramentas.

Durante o processamento do programa, em função do raio e do sentido de usinagem, a trajetória programada do centro da ferramenta é deslocada de modo que o corte da ferramenta percorra exatamente o contorno desejado:

ATENÇÃO
A corretor do raio de ferramenta atua de acordo com o pré-ajuste CUT2D ou CUT2DF (veja "Correção de ferramenta 2D (CUT2D, CUT2DF) (Página 316)".

Literatura

As diversas opções de correção do raio da ferramenta estão descritas detalhadamente no capítulo "Correções do raio da ferramenta".

5.4 Memória de correções de ferramentas

Na memória de correções de ferramentas do comando devem estar presentes os seguintes dados para cada corte de ferramenta:

- Tipo de ferramenta
- Posição de corte
- Tamanhos geométricos de ferramenta (comprimento, raio)

Estes dados são registrados como parâmetros de ferramenta (máx. 25). Quais parâmetros são necessários para uma ferramenta depende do tipo de ferramenta. Os parâmetros de ferramenta desnecessários devem ser preenchidos com o valor "zero" (corresponde ao pré-definido do sistema).

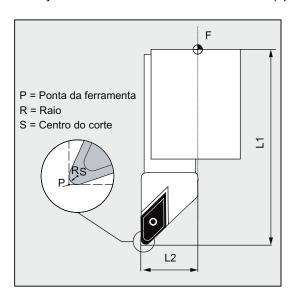
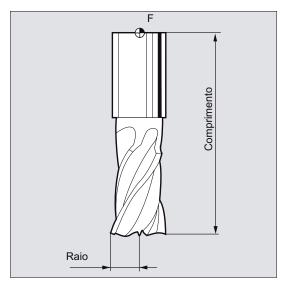
ATENÇÃO
Os valores uma vez registrados na memória de correções são processados em cada chamada de ferramenta.

Tipo de ferramenta

O tipo de ferramenta (broca, fresa ou ferramentas de tornear) determina quais indicações geométricas são necessárias e como estas são calculadas.

Posição de corte

A posição do corte descreve a posição da ponta da ferramenta P em relação ao centro de corte S.

A posição de corte é necessária juntamente com o raio de corte para processamento da correção do raio de ferramentas de tornear (tipo de ferramenta 5xx).

Tamanhos geométricos de ferramenta (comprimento, raio)

Os tamanhos geométricos de ferramenta são compostos por vários componentes (geometria, desgaste). Os componentes são calculados pelo comando para uma dimensão resultante (p. ex. comprimento total 1, raio total). A respectiva dimensão total passa a ser ativada quando se ativa a memória de correções.

A forma com que estes valores são calculados nos eixos é definida pelo tipo de ferramenta e o atual plano (`G17` / `G18` / `G19`).

Literatura

Manual de funções básicas; Correções de ferramenta (W1); capítulo: "Corte da ferramenta"

5.5 Tipos de ferramenta

5.5.1 Informações gerais sobre os tipos de ferramentas

As ferramentas são divididas em tipos de ferramenta. Cada tipo de ferramenta é atribuído com um número de 3 dígitos. O primeiro número associa o tipo de ferramenta à tecnologia usada em um dos seguintes grupos:

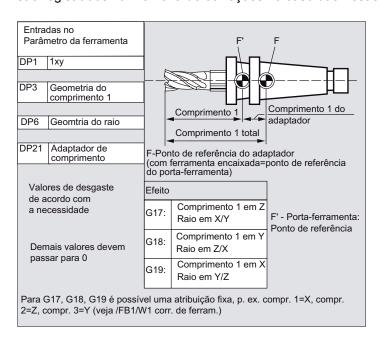
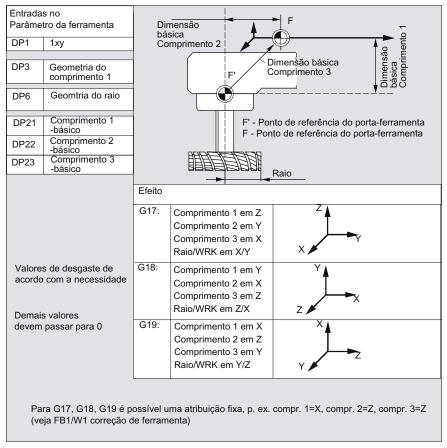
Tipo de ferramenta	Grupo de ferramenta
1xy	Fresa
2xy	Broca
3xy	Reservado
4xy	Ferramentas de retificar
5xy	Ferramentas de tornear
6xy	Reservado
7xy	Ferramentas especiais como p. ex. serras para ranhuras

5.5.2 Ferramentas de fresar

No grupo de ferramenta "Ferramentas de fresar" existem os seguintes tipos de ferramenta:

100	Ferramenta de fresar conforme CLDATA (Cutter Location Data)
110	Fresa de ponta esférica (fresa cilíndrica para matrizes)
111	Fresa de ponta esférica (fresa cônica para matrizes)
120	Fresa de topo (sem arredondamento nos cantos)
121	Fresa de topo (com arredondamento nos cantos)
130	Fresa angular (sem arredondamento nos cantos)
131	Fresa angular (com arredondamento nos cantos)
140	Fresa de facear
145	Fresa de abrir roscas
150	Fresa de disco
151	Serra
155	Fresa cônica (sem arredondamento nos cantos)
156	Fresa cônica (com arredondamento nos cantos)
157	Fresa cônica para matrizes
160	Fresa de rosquear

Parâmetros de ferramenta

As seguintes figuras mostram uma vista geral de quais parâmetros de ferramenta (DP...) são registrados na memória de correções no caso das fresas:

Indicação

As descrições breves sobre os parâmetros de ferramenta estão disponíveis na interface de operação.

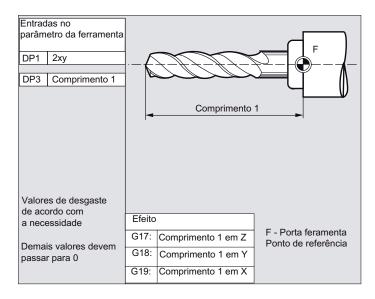
Para maiores informações veja:
Literatura:
Manual de funções básicas; Correções de ferramenta (W1)

5.5.3 Broca

No grupo de ferramenta "Brocas" existem os seguintes tipos de ferramenta:

200	Broca helicoidal
205	Broca maciça
210	Barra de mandrilar
220	Broca de centragem
230	Escareador
231	Escareador plano
240	Macho para rosca regular
241	Macho para rosca fina
242	Macho para rosca Withworth
250	Alargador

Parâmetros de ferramenta

A seguinte figura mostra uma vista geral de quais parâmetros de ferramenta (DP...) são registrados na memória de correções no caso das brocas:

Indicação

As descrições breves sobre os parâmetros de ferramenta estão disponíveis na interface de operação.

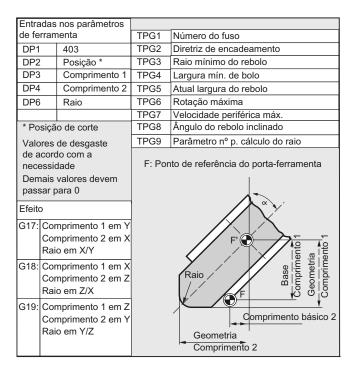
Para maiores informações veja:
Literatura:
Manual de funções básicas; Correções de ferramenta (W1)

5.5.4 Ferramentas de retificar

No grupo de ferramenta "Ferramentas de retificar" existem os seguintes tipos de ferramenta:

400	Rebolo periférico
401	Rebolo periférico com monitoração
402	Rebolo periférico sem monitoração e sem dimensão básica (gerenciamento de ferramentas)
403	Rebolo periférico com monitoração e sem dimensão básica para velocidade periférica de retífica SUG
410	Rebolo de face
411	Rebolo de face (gerenciamento de ferramentas) com monitoração
412	Rebolo de face (gerenciamento de ferramentas) sem monitoração
413	Rebolo de face com monitoração e sem dimensão básica para velocidade periférica de retífica SUG
490	Dressador

Parâmetros de ferramenta

A seguinte figura mostra uma vista geral de quais parâmetros de ferramenta (DP...) são registrados na memória de correções no caso das ferramentas de retificar:

Indicação

As descrições breves sobre os parâmetros de ferramenta estão disponíveis na interface de operação.

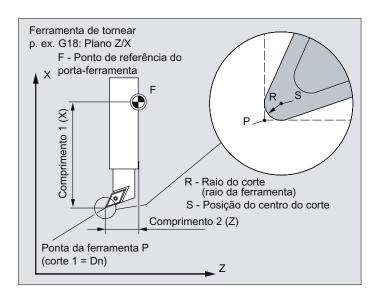
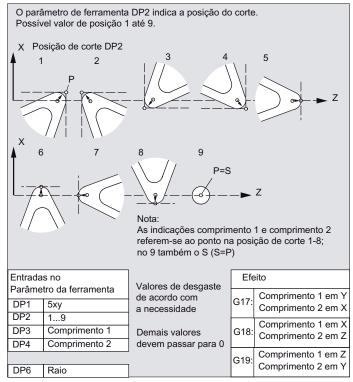
Para maiores informações veja:
Literatura:
Manual de funções básicas; Correções de ferramenta (W1)

5.5.5 Ferramentas de tornear

No grupo de ferramenta "Ferramentas de tornear" existem os seguintes tipos de ferramenta:

500	Ferramenta de desbaste
510	Ferramenta de acabamento
520	Ferramenta para canais
530	Ferramenta para separar
540	Ferramenta para roscas
550	Ferramenta cogumelo / Ferramenta perfilada (gerenciamento de ferramentas)
560	Broca rotativa (ECOCUT)
580	Apalpador de medição com parâmetro de posição de corte

Parâmetros de ferramenta

As seguintes figuras mostram uma vista geral de quais parâmetros de ferramenta (DP...) são registrados na memória de correções no caso das ferramentas de tornear:

Indicação

As descrições breves sobre os parâmetros de ferramenta estão disponíveis na interface de operação.

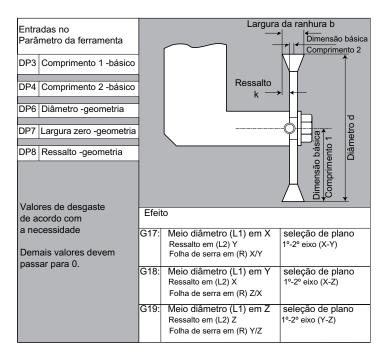
Para maiores informações veja:
Literatura:
Manual de funções básicas; Correções de ferramenta (W1)

5.5.6 Ferramentas especiais

No grupo de ferramenta "Ferramentas especiais" existem os seguintes tipos de ferramenta:

700	Serra para ranhuras
710	Apalpador de medição 3D
711	Apalpador de aresta
730	Encosto

Parâmetros de ferramenta

A seguinte figura mostra uma vista geral de quais parâmetros de ferramenta (DP...) são registrados na memória de correções no caso do tipo de ferramenta "Serra para ranhuras":

Indicação

As descrições breves sobre os parâmetros de ferramenta estão disponíveis na interface de operação.

Para maiores informações veja:
Literatura:
Manual de funções básicas; Correções de ferramenta (W1)

5.5.7 Diretriz de encadeamento

As correções de comprimento de geometria, desgaste e dimensão básica podem ser encadeados para correção de rebolo à esquerda e à direita, isto é, se as correções de comprimento do corte esquerdo forem alteradas, então os valores são transmitidos automaticamente para o corte direito, e vice-versa.

Literatura

Manual de funções ampliadas; Retificação (W4)

5.6 Chamada da correção da ferramenta (D)

Função

Os cortes 1 a 8 (com gerenciamento de ferramentas 12) de uma ferramenta podem ser associados à diversos blocos de dados de corretor de ferramenta (p. ex. diferentes valores de corretor para o corte esquerdo e o corte direito em uma ferramenta para canais).

A ativação dos dados de correção (entre outros, os dados para corretores do comprimento da ferramenta) de um determinado corte é realizado através da chamada do número D. Com a programação do `D0` os corretores de ferramenta tornam-se inativos.

Uma correção do raio de ferramenta deve ser ativada adicionalmente com `G41` / `G42`.

Indicação

As correções do comprimento da ferramenta têm efeito se o número D estiver programado. Se não for programado nenhum número D, então em uma troca de ferramentas estará ativo o ajuste padrão definido através do dado de máquina (→ veja as informações do fabricante da máquina).

Sintaxe

Ativação de um bloco de dados de correção da ferramenta:
```
D<número>
```

Ativação da correção do raio da ferramenta:
```
G41 ...
G42 ...
```

Desativação das correções da ferramenta:
```
D0
G40
```

Significado

`D`:	Comando para ativação de um bloco de dados de correção para a ferramenta ativa A correção do comprimento da ferramenta é executada com o primeiro deslocamento programado para o respectivo eixo de correção de comprimento. **Atenção:** Uma correção do comprimento da ferramenta também tem efeito sem a programação do D, se estiver projetada a ativação automática de um corte da ferramenta para a troca de ferramentas (→ veja as informações do fabricante da máquina).
`<número>`:	Através do parâmetro <número> é especificado o bloco de dados de correção da ferramenta a ser ativado. O tipo de programação D depende da projeção da máquina (veja o parágrafo "Tipo de programação D"). Faixa de valores: 0 - 32000

`D0`: Comando para desativação de um bloco de dados de correção para a ferramenta ativa

`G41`: Comando para ativação da correção do raio da ferramenta com sentido de usinagem **à esquerda** do contorno

`G42`: Comando para ativação da correção do raio da ferramenta com sentido de usinagem **à direita** do contorno

`G40`: Comando para desativação da correção do raio da ferramenta

---

Indicação

A correção do raio da ferramenta está descrito detalhadamente no capítulo "Correções do raio da ferramenta".

Tipo de programação D

O tipo de programação D é definido através de dado de máquina.

Existem as seguintes opções:

- Número D = Número de corte

  Para cada ferramenta T<número> (sem gerenciamento de ferramentas) ou T="nome" (com gerenciamento de ferramentas) existem números D de 1 até 12 no máximo. Estes números D são associados diretamente aos cortes das ferramentas. Para cada número D (= Número do corte) existe um bloco de dados de correção ($TC_DPx[t,d]).

- Escolha livre de número D

  Os números D podem ser associados livremente aos números de corte de uma ferramenta. O limite superior dos números D utilizáveis é definido através de um dado de máquina.

- Número D absoluto sem referência ao número T

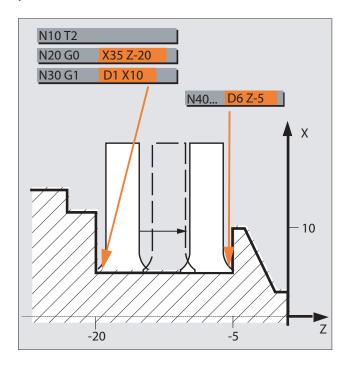
  Em sistemas sem gerenciamento de ferramentas pode-se optar por uma independência do número D em relação ao número T. A relação do número T, corte e correção através de número D é definida pelo usuário. A faixa de números D está entre 1 e 32000.

Literatura:
Manual de funções básicas; Correção de ferramenta (W1)
Manual de funções para gerenciamento de ferramentas; Capítulo: "Variantes de associações de números D"

Exemplos

Exemplo 1: Troca de ferramentas com comando T (torneamento)

Código de programa	Comentário
N10 T1 D1	; Carregamento da ferramenta T1 e ativação do bloco de dados do corretor da ferramenta D1 da T1.
N11 G0 X... Z...	; As correções de comprimento são executadas.
N50 T4 D2	; Carregamento da ferramenta T4 e ativação do bloco de dados do corretor da ferramenta D2 da T4.
...	
N70 G0 Z... D1	; Ativação de outro corte D1 para a ferramenta T4.

Exemplo 2: Valores de correção diferentes para corte esquerdo e direito em uma ferramenta para canais

5.7 Alteração dos dados de correção da ferramenta

Efeito

Uma alteração dos dados de correção da ferramenta terá efeito após uma nova programação T ou D.

Ativar imediatamente os dados de correção da ferramenta

Através do seguinte dado de máquina pode-se definir que os dados de correção de ferramenta especificados se tornem imediatamente ativos:

MD9440 $MM_ACTIVATE_SEL_USER

Se MD9440 for aplicado, então as correções de ferramenta, que resultam das alterações de dados de correção de ferramenta **durante a parada do programa de peça**, serão executadas com o prosseguimento do programa de peça.

5.8 Offset programável de correção de ferramenta (TOFFL, TOFF, TOFFR)

Função

Com os comandos TOFFL/TOFF e TOFFR o usuário tem a opção de modificar o comprimento e o raio efetivo da ferramenta no programa NC, sem precisar alterar os dados de correção da ferramenta armazenados na memória de correções.

Estes Offsets serão novamente apagados com o fim do programa.

Offset de comprimento da ferramenta

Dependendo do tipo de programação, os Offsets de comprimento da ferramenta programados são associados aos componentes de comprimento de ferramenta L1, L2 e L3 (TOFFL) armazenados na memória de correções ou aos eixos geométricos (TOFF). De forma correspondente, os Offsets programados são tratados em uma mudança de planos (G17/G18/G19 ↔ G17/G18/G19):

- Se os valores de Offset são associados aos componentes de comprimento de ferramenta, as direções em que os Offsets atuam, serão trocadas de acordo.
- Se os valores de Offset são associados aos eixos geométricos, uma mudança de planos não influencia na associação em relação aos eixos de coordenadas.

Offset do raio da ferramenta

Para a programação de um Offset do raio da ferramenta existe o comando TOFFR.

Sintaxe

Offset de comprimento da ferramenta:

```
TOFFL=<valor>
TOFFL[1]=<valor>
TOFFL[2]=<valor>
TOFFL[3]=<valor>
TOFF[<eixo geométrico>]=<valor>
```

Offset do raio da ferramenta:

```
TOFFR=<valor>
```

Significado

`TOFFL`: Comando para correção do comprimento efetivo da ferramenta

O `TOFFL` pode ser programado com ou sem índice:

- sem índice: `TOFFL=`

  O valor de Offset programado age no sentido onde também age o componente de comprimento de ferramenta **L1** armazenado na memória de correções.
- com índice: `TOFFL[1]=`, `TOFFL[2]=` ou `TOFFL[3]=`

  O valor de Offset programado age no sentido onde também age o componente de comprimento de ferramenta **L1, L2** ou **L3** armazenado na memória de correções.

Os comandos `TOFFL` e `TOFFL[1]` são idênticos em seu efeito.

Nota:
A forma com que os valores de correção do comprimento da ferramenta são calculados nos eixos é definida pelo tipo de ferramenta e o atual plano (`G17` / `G18` / `G19`).

`TOFF`: Comando para correção do comprimento da ferramenta no componente paralelo ao eixo geométrico especificado

O `TOFF` tem efeito no sentido do componente de comprimento da ferramenta, que no caso de uma ferramenta não girada (porta-ferramenta orientável ou transformação de orientação) age paralelamente ao `<eixo geométrico>` especificado no índice.

Nota:
Um Frame não influencia a associação dos valores programados com os componentes de comprimento de ferramenta, isto é, para a associação dos componentes de comprimento da ferramenta com os eixos geométricos não é utilizado o sistema de coordenadas da peça (WCS), mas o sistema de coordenadas da ferramenta na posição inicial da ferramenta.

`<eixo geométrico>`: Identificador do eixo geométrico

`TOFFR`: Comando para correção do raio efetivo da ferramenta

O `TOFFR` altera o raio efetivo de ferramenta **com correção do raio de ferramenta ativo** pelo valor de Offset programado.

`<valor>`: Valor de Offset para comprimento ou raio da ferramenta

Tipo: REAL

Indicação

O comando `TOFFR` tem quase o mesmo efeito como o comando `OFFN` (veja "Corretor do raio da ferramenta (Página 277)"). A única diferença está na transformação de curvas envolventes (TRACYL) ativa e na correção de parede de ranhura ativa. Neste caso≤ o `OFFN` atua com sinal negativo sobre o raio da ferramenta, já o `TOFFR` com sinal positivo.

O `OFFN` e o `TOFFR` podem estar ativos simultaneamente. Eles normalmente agem de forma aditiva (exceto na correção da parede da ranhura).

Outras regras de sintaxe

- O comprimento da ferramenta pode ser alterado simultaneamente em todos os três componentes. Entretanto, em um bloco não podem ser utilizados simultaneamente os comandos do grupo `TOFFL`/`TOFFL[1..3]` e do grupo `TOFF[<eixo geométrico>]`.

  Da mesma forma, em um bloco não se pode escrever simultaneamente o `TOFFL` e o `TOFFL[1]`.

- Se todos os três componentes de comprimento da ferramenta forem programados em um bloco, então os componentes não programados permanecem inalterados. Com isso é possível, por bloco, constituir correções para vários componentes. Todavia isto somente é aplicado enquanto os componentes da ferramenta forem modificados apenas com `TOFFL` ou apenas com `TOFF`. Uma mudança do tipo de programação de `TOFFL` para `TOFF` ou vice-versa cancela todos eventuais Offsets de comprimento de ferramenta programados (veja o exemplo 3).

Condições gerais

- **Avaliação de dados de ajuste**

  Durante a associação dos valores programados de Offset com os componentes de comprimento da ferramenta são avaliados os seguintes dados de ajuste:

  SD42940 $SC_TOOL_LENGTH_CONST (mudança dos componentes de comprimento da ferramenta em caso de mudança de planos)

  SD42950 $SC_TOOL_LENGTH_TYPE (associação da compensação do comprimento da ferramenta independentemente do tipo de ferramenta)

  Se estes dados de ajuste tiverem valores diferentes de 0, então estes terão prioridade em relação ao conteúdo do grupo 6 de códigos G (seleção de plano `G17` - `G19`) ou o tipo de ferramenta ($TC_DP1[<nº T>, <nº D>]) contido nos dados de ferramenta, ou seja, estes influenciam na avaliação dos Offsets do mesmo modo como influenciam os componentes de comprimento da ferramenta L1 até L3.

- **Troca de ferramentas**

  Todos valores de Offset são mantidos durante uma troca de ferramentas (troca de corte), isto é, eles também permanecem ativos para a nova ferramenta (o novo corte).

Exemplos

Exemplo 1: Offset positivo de comprimento da ferramenta

A ferramenta ativa é uma broca de comprimento L1 = 100 mm.

O plano ativo é o `G17`, isto é, a broca aponta para o sentido Z.

O comprimento efetivo da broca deve ser prolongado em 1 mm. Para programação destes Offsets de comprimento de ferramenta estão disponíveis as seguintes variantes:

```
TOFFL=1
```

ou

```
TOFFL[1]=1
```

ou

```
TOFF[Z]=1
```

Exemplo 2: Offset negativo de comprimento da ferramenta

A ferramenta ativa é uma broca de comprimento L1 = 100 mm.

O plano ativo é o G18, isto é, a broca aponta para o sentido Y.

O comprimento efetivo da broca deve ser encurtado em 1 mm. Para programação destes Offsets de comprimento de ferramenta estão disponíveis as seguintes variantes:

```
TOFFL=-1
```

ou

```
TOFFL[1]=-1
```

ou

```
TOFF[Y]=1
```

Exemplo 3: Mudança do tipo de programação de TOFFL para TOFF

A ferramenta ativa é uma fresa. O plano ativo é o G17.

Código de programa	Comentário
N10 TOFFL[1]=3 TOFFL[3]=5	; Offsets ativos: L1=3, L2=0, L3=5
N20 TOFFL[2]=4	; Offsets ativos: L1=3, L2=4, L3=5
N30 TOFF[Z]=1.3	; Offsets ativos: L1=0, L2=0, L3=1.3

Exemplo 4: Mudança de planos

Código de programa	Comentário
N10 $TC_DP1[1,1]=120	
N20 $TC_DP3[1,1]=100	; Comprimento de ferramenta L1=100mm
N30 T1 D1 G17	
N40 TOFF[Z]=1.0	; Offset no sentido Z (corresponde ao L1 no G17).
N50 G0 X0 Y0 Z0	; Posição de eixo da máquina X0 Y0 Z101
N60 G18 G0 X0 Y0 Z0	; Posição de eixo da máquina X0 Y100 Z1
N70 G17	
N80 TOFFL=1.0	; Offset no sentido L1 (corresponde ao Z no G17).
N90 G0 X0 Y0 Z0	; Posição de eixo da máquina X0 Y0 Z101.
N100 G18 G0 X0 Y0 Z0	; Posição de eixo da máquina X0 Y101 Z0.

Neste exemplo, durante a mudança para G18 no bloco N60, é mantido o Offset de 1 mm no eixo Z, o comprimento efetivo da ferramenta no eixo Y é o comprimento de ferramenta inalterado de 100mm.

De modo contrário, no bloco N100 o Offset atua no eixo Y com a mudança para o G18, porque na programação ele foi atribuído ao comprimento de ferramenta L1, e este componente de comprimento tem efeito no eixo Y com o G18.

Outras informações

Aplicações

A função "Offset programável de correção da ferramenta" é especialmente interessante para fresas esféricas e fresas com raios de canto, pois no sistema CAM estes freqüentemente são calculados pelo centro da esfera ao invés da ponta da esfera. Porém, durante a medição da ferramenta, normalmente é medida a ponta da ferramenta e o comprimento da ferramenta é armazenado na memória de correções.

Variáveis de sistema para leitura dos atuais valores de Offset

Os Offsets atualmente ativos podem ser lidos através das seguintes variáveis de sistema:

Variável de sistema		Significado
$P_TOFFL [<n>]	com 0 ≤ n ≤ 3	Lê o atual valor de Offset do `TOFFL` (com n = 0) ou do `TOFFL[1...3]` (com n = 1, 2, 3) em contexto antecipado.
$P_TOFF [<eixo geométrico>]		Lê o atual valor de Offset do `TOFF[<eixo geométrico>]` em contexto antecipado.
$P_TOFFR		Lê o atual valor de Offset do `TOFFR` em contexto antecipado.
$AC_TOFFL[<n>]	com 0 ≤ n ≤ 3	Lê o atual valor de Offset do `TOFFL` (com n = 0) ou do `TOFFL[1...3]` (com n = 1, 2, 3) em contexto principal (ações sincronizadas).
$AC_TOFF[<eixo geométrico>]		Lê o atual valor de Offset do `TOFF[<eixo geométrico>]` em contexto principal (ações sincronizadas).
$AC_TOFFR		Lê o atual valor de Offset do `TOFFR` em contexto principal (ações sincronizadas).

Indicação

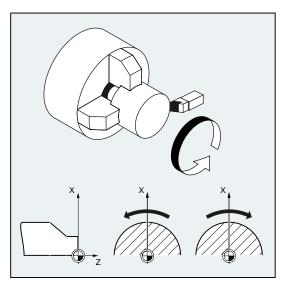
As variáveis de sistema $AC_TOFFL, $AC_TOFF e AC_TOFFR ativam uma parada automática de pré-processamento durante a leitura do contexto antecipado (programa NC).

Movimento do fuso

6

6.1 Rotação do fuso (S), sentido de giro do fuso (M3, M4, M5)

Função

Os dados de rotação e sentido de giro do fuso deslocam o fuso em um movimento de giro e oferecem a pré-condição para processos de usinagem.

Esquema 6-1 Movimento de fuso no torneamento

Além do fuso principal podem existir outros fusos (p. ex. no caso de tornos temos o contra-fuso ou uma ferramenta acionada). Normalmente o fuso principal é declarado como fuso mestre em um dado de máquina. Esta atribuição pode ser alterada através de comando NC.

Sintaxe

```
S... / S<n>=...
M3 / M<n>=3
M4 / M<n>=4
M5 / M<n>=5
```

```
SETMS(<n>)
...
SETMS
```

Significado

`S…`:	Rotação do fuso em rotações/min para fuso mestre
`S<n>=...`:	Rotação de fuso em rotações/min para fuso <n> **Nota:** A rotação especificada com `S0=…` é aplicada para o fuso mestre.
`M3`:	Sentido de giro horário para fuso mestre
`M<n>=3`:	Sentido de giro à direita para fuso <n>
`M4`:	Sentido de giro anti-horário para fuso mestre
`M<n>=4`:	Sentido de giro à esquerda para fuso <n>
`M5`:	Parada de fuso para fuso mestre
`M<n>=5`:	Parada de fuso para fuso <n>
`SETMS(<n>)`:	O fuso <n> deve valer como fuso mestre
`SETMS`:	`SETMS` sem especificação de fuso retorna para o fuso mestre projetado

---

Indicação

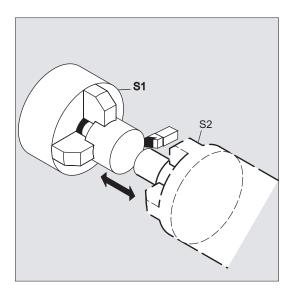
Por bloco NC podem ser programados no máximo 3 valores S, p. ex.:

```
S... S2=... S3=...
```

Indicação

`SETMS` deve estar em um bloco próprio.

Exemplo

S1 é o fuso mestre, S2 é o segundo fuso de trabalho. A peça a ser torneada deve ser usinada nos 2 lados. Para isso é necessária uma divisão dos passos de trabalho. Após a separação, o dispositivo de sincronização (S2) recebe a peça para execução da usinagem do lado separado. Para isso define-se esse fuso S2 como fuso mestre, para o qual é aplicado o G95.

Código de programa	Comentário
N10 S300 M3	; Rotação e sentido de giro para fuso de trabalho = fuso mestre previamente ajustado.
...	; Usinagem do lado direito da peça de trabalho.
N100 SETMS(2)	; Agora o S2 é o fuso mestre.
N110 S400 G95 F…	; Rotação para o novo fuso mestre.
...	; Usinagem do lado esquerdo da peça de trabalho.
N160 SETMS	; Retorno para o fuso mestre S1.

Outras informações

Interpretação do valor S no fuso mestre

Se a função G331 ou G332 estiver ativa no grupo de funções G 1 (comandos de movimentos ativos modalmente), o valor S programado sempre será interpretado como número de rotações dada em rotações/min. Caso contrário, a interpretação do valor S depende do grupo de funções G 15 (tipo de avanço): Com o G96, G961 ou G962 ativo, o valor S é interpretado como velocidade de corte constante dada em m/min, em todos demais casos como número de rotações dado em rotações/min.

No caso de uma mudança de G96/G961/G962 para G331/G332 o valor da velocidade de corte constante é passado para zero, e no caso de uma mudança de G331/G332 para uma função dentro do grupo de funções G 1 diferente de G331/G332 o valor da rotação é passado para zero. Os valores S afetados devem ser reprogramados, se necessário.

Comandos M pré-configurados M3, M4, M5

Em um bloco com comandos de eixo, as funções M3, M4 e M5 são ativadas **antes** de serem iniciados os movimentos dos eixos (ajuste básico do comando).

Exemplo:

Código de programa	Comentário
N10 G1 F500 X70 Y20 S270 M3	; O fuso é acelerado até 270 rpm, depois são executados os movimentos em X e Y.
N100 G0 Z150 M5	; Parada de fuso antes do movimento de retrocesso em Z.

Indicação

Através de dado de máquina pode-se ajustar se os movimentos dos eixos somente serão executados após a aceleração do fuso até a rotação nominal ou após a parada do fuso, ou se eles devem ser executados imediatamente após os processos de ativação programados.

Trabalhar com vários fusos

Em um canal podem existir 5 fusos (fuso mestre mais 4 fusos adicionais) simultaneamente.

Um fuso é definido como **fuso mestre** por dado de máquina. Para este fuso são aplicadas funções especiais, como por exemplo, abertura de rosca, furação roscada, avanço por rotação, tempo de espera. Para os demais fusos (p. ex. um segundo fuso de trabalho e ferramenta acionada) devem ser especificados os respectivos números para indicação de rotação, sentido de giro e parada do fuso.

Exemplo:

Código de programa	Comentário
N10 S300 M3 S2=780 M2=4	; Fuso mestre: 300 rpm, giro à direita 2° fuso: 780 rpm, giro à esquerda

Mudança programável do fuso mestre

Através do comando `SETMS(<n>)` no programa NC qualquer fuso pode ser definido como fuso mestre. `SETMS` deve estar em um bloco próprio.

Exemplo:

Código de programa	Comentário
N10 SETMS(2)	; Agora o fuso 2 é o fuso mestre.

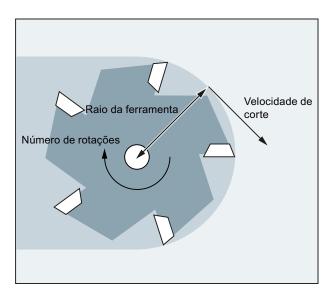
Indicação

Agora, para o novo fuso mestre declarado é aplicada a rotação especificada com `S...` assim como as funções programadas `M3`, `M4` e `M5`.

Com o `SETMS` sem especificar o fuso retornamos para o fuso mestre definido em dado de máquina.

6.2 Velocidade de corte (SVC)

Função

Como alternativa à rotação do fuso também é possível programar para operações de fresamento a velocidade de corte da ferramenta utilizada na prática:

Através do raio da ferramenta ativa o comando calcula a rotação de fuso ativa a partir da velocidade de corte programada da ferramenta:

$S = (SVC * 1000) / (R_{ferramenta} * 2\pi)$

com:	S:	Rotação de fuso em rpm
	SVC:	Velocidade de corte em m/min ou ft/min
	$R_{ferramenta}$:	Raio da ferramenta ativa em mm

O tipo de ferramenta ($TC_DP1) da ferramenta ativa não é considerado.

A velocidade de corte programada independe do avanço de trajetória `F` assim como do grupo de funções G 15. O sentido de giro e a partida do fuso são realizados através do `M3` ou `M4`, e a parada do fuso através do `M5`.

Uma alteração dos dados de raio da ferramenta na memória de corretores terá efeito na próxima ativação do corretor de ferramenta ou na próxima atualização dos dados de corretores ativos.

A troca de ferramentas e a ativação/desativação de um bloco de dados de corretor de ferramenta resultam em um novo cálculo da rotação de fuso ativa.

Pré-requisitos

A programação da velocidade de corte requer:

- as relações geométricas de uma ferramenta rotativa (fresa ou broca)
- um bloco de dados de corretores de ferramenta ativo

Sintaxe

```
SVC[<n>]=<valor>
```

Indicação

No bloco com `SVC` o raio de ferramenta deve ser conhecido, isto é, uma ferramenta correspondente com seu bloco de dados de corretor deve estar ativa e selecionada no bloco.
A ordem de ativação do `SVC` e do `T`/`D` na programação é indiferente na programação no mesmo bloco.

Significado

`SVC`: Velocidade de corte

`[<n>]`:	Número do fuso Com esta ampliação de endereço especifica-se para qual fuso que a velocidade de corte programada deve estar ativa. Sem a ampliação de endereço a informação sempre estará relacionada ao atual fuso mestre. **Nota:** Para cada fuso pode ser especificada uma velocidade de corte própria. **Nota:** A programação do `SVC` sem a ampliação de endereço pressupõe que o fuso mestre está com a ferramenta ativa. Na mudança do fuso mestre o usuário deve selecionar uma ferramenta correspondente.
Unidade de medida:	m/min ou ft/min (em função do G700/G710)

Indicação

Mudança entre SVC e S

Uma mudança entre a programação do `SVC` e do `S` é possível, mesmo com o fuso girando. O valor que não está ativo será apagado.

Indicação

Rotação de ferramenta máxima

Através da variável de sistema $TC_TP_MAX_VELO[<número T>] pode ser especificada uma rotação de ferramenta máxima (rotação do fuso).
Se não for definido nenhum limite de rotação, não ocorrerá nenhuma monitoração.

Indicação

A programação do SVC não é possível com a ativação de:

- G96/G961/G962
- SUG
- SPOS/SPOSA/M19
- M70

De modo contrário, a programação de um destes comandos cancelará o SVC.

Indicação

Por exemplo, as trajetórias de "ferramentas normalizadas" geradas em sistemas CAD, que consideram o raio da ferramenta e apenas diferem no raio de corte em relação à ferramenta normalizada, não são suportadas com a programação do SVC.

Exemplos

Para todos exemplos deve-se aplicar: Porta-ferramenta = fuso (para fresamento Standard)

Exemplo 1: Fresa com raio de 6 mm

Código de programa	Comentário
N10 G0 X10 T1 D1	; Por exemplo, seleção de fresa com $TC_DP6[1,1] = 6 (raio de ferramenta = 6 mm)
N20 SVC=100 M3	; Velocidade de corte = 100 m/min ⇒ Rotação de fuso resultante: S = (100 m/min * 1000) / (6,0 mm * 2 * 3,14) = 2653,93 rpm
N30 G1 X50 G95 FZ=0.03	; SVC e avanço de dente
...	

Exemplo 2: Seleção de ferramenta e SVC no mesmo bloco

Código de programa	Comentário
N10 G0 X20	
N20 T1 D1 SVC=100	; Seleção de ferramenta e de bloco de dados de correção junto com o SVC no bloco (em qualquer ordem).
N30 X30 M3	; Partida de fuso com sentido de giro à direita, velocidade de corte de 100 m/min
N40 G1 X20 F0.3 G95	; SVC e avanço por rotação

Exemplo 3: Especificação de velocidades de corte para dois fusos

Código de programa	Comentário
N10 SVC[3]=100 M6 T1 D1	
N20 SVC[5]=200	; O raio de ferramenta do corretor de ferramenta ativo é o mesmo para os dois fusos, a rotação ativa é diferente para o fuso 3 e o fuso 5.

Exemplo 4:

Suposições:

O mestre em relação à troca de ferramentas é definido através do Toolholder:

MD20124 $MC_TOOL_MANAGEMENT_TOOLHOLDER > 1

Na troca de ferramentas é mantida o antigo corretor de ferramenta e um corretor de ferramenta da nova ferramenta somente estará ativo com a programação do `D`:

MD20270 $MC_CUTTING_EDGE_DEFAULT = - 2

Código de programa	Comentário
N10 $TC_MPP1[9998,1]=2	; O alojamento de magazine é o porta-ferramenta
N11 $TC_MPP5[9998,1]=1	; O alojamento de magazine é o porta-ferramenta 1
N12 $TC_MPP_SP[9998,1]=3	; O porta-ferramenta 1 é associado ao fuso 3
N20 $TC_MPP1[9998,2]=2	; O alojamento de magazine é o porta-ferramenta
N21 $TC_MPP5[9998,2]=4	; O alojamento de magazine é o porta-ferramenta 4
N22 $TC_MPP_SP[9998,2]=6	; O porta-ferramenta 4 é associado ao fuso 6
N30 $TC_TP2[2]="WZ2"	
N31 $TC_DP6[2,1]=5.0	; Raio = 5,0 mm do T2, corretor D1
N40 $TC_TP2[8]="WZ8"	
N41 $TC_DP6[8,1]=9.0	; Raio = 9,0 mm do T8, correção D1
N42 $TC_DP6[8,4]=7.0	; Raio = 7,0 mm do T8, correção D4
...	
N100 SETMTH(1)	; Definição de número de porta-ferramenta mestre
N110 T="WZ2" M6 D1	; A ferramenta T2 é carregada e o corretor D1 ativado.
N120 G1 G94 F1000 M3=3 SVC=100	; S3 = (100 m/min * 1000) / (5,0 mm * 2 * 3,14) = 3184,71 rpm
N130 SETMTH(4)	; Definição de número de porta-ferramenta mestre
N140 T="WZ8"	; Corresponde ao T8="WZ8"
N150 M6	; Corresponde ao M4=6 A ferramenta "WZ8" passa para Mastertoolholder, mas por causa do MD20270=-2 é mantido o antigo corretor de ferramenta.

Código de programa	Comentário
N160 SVC=50	; S3 = (50 m/min * 1000) / (5,0 mm * 2 * 3,14) = 1592,36 rpm A correção do porta-ferramenta 1 ainda está ativa e este porta-ferramenta está associado ao fuso 3.
N170 D4	O corretor D4 da nova ferramenta "WZ8" é ativado (no porta-ferramenta 4).
N180 SVC=300	; S6 = (300 m/min * 1000) / (7,0 mm * 2 * 3,14) = 6824,39 rpm O fuso 6 é associado ao porta-ferramenta 4.

Exemplo 5:

Suposições:

Os fusos são ao mesmo tempo porta-ferramenta:

MD20124 $MC_TOOL_MANAGEMENT_TOOLHOLDER = 0

Para troca de ferramentas é selecionado automaticamente o bloco de dados de corretor de ferramenta D4:

MD20270 $MC_CUTTING_EDGE_DEFAULT = 4

Código de programa	Comentário
N10 $TC_MPP1[9998,1]=2	; O alojamento de magazine é o porta-ferramenta
N11 $TC_MPP5[9998,1]=1	; O alojamento de magazine é o porta-ferramenta 1 = fuso 1
N20 $TC_MPP1[9998,2]=2	; O alojamento de magazine é o porta-ferramenta
N21 $TC_MPP5[9998,2]=3	; O alojamento de magazine é o porta-ferramenta 3 = fuso 3
N30 $TC_TP2[2]="WZ2"	
N31 $TC_DP6[2,1]=5.0	; Raio = 5,0 mm do T2, corretor D1
N40 $TC_TP2[8]="WZ8"	
N41 $TC_DP6[8,1]=9.0	; Raio = 9,0 mm do T8, correção D1
N42 $TC_DP6[8,4]=7.0	; Raio = 7,0 mm do T8, correção D4
...	
N100 SETMS(1)	; Fuso 1 = fuso mestre
N110 T="WZ2" M6 D1	; A ferramenta T2 é carregada e a corretor D1 ativado.
N120 G1 G94 F1000 M3 SVC=100	; S1 = (100 m/min * 1000) / (5,0 mm * 2 * 3,14) = 3184,71 rpm
N200 SETMS(3)	; Fuso 3 = fuso mestre
N210 M4 SVC=150	; S3 = (150 m/min * 1000) / (5,0 mm * 2 * 3,14) = 4777,07 rpm Refere-se ao corretor de ferramenta D1 do T="WZ2", o S1 continua girando com a rotação antiga.
N220 T="WZ8"	; Corresponde ao T8="WZ8"
N230 M4 SVC=200	; S3 = (200 m/min * 1000) / (5,0 mm * 2 * 3,14) = 6369,43 rpm Refere-se a corretor de ferramenta D1 do T="WZ2".
N240 M6	; Corresponde ao M3=6 A ferramenta "WZ8" passa para o fuso mestre, o corretor de ferramenta D4 da nova ferramenta é ativado.

Código de programa	Comentário
N250 SVC=50	; S3 = (50 m/min * 1000) / (7,0 mm * 2 * 3,14) = 1137,40 rpm
	O corretor D4 no fuso mestre está ativo.
N260 D1	; O corretor D1 da nova ferramenta "WZ8" está ativo.
N270 SVC[1]=300	; S1 = (300 m/min * 1000) / (9,0 mm * 2 * 3,14) = 5307,86 rpm
	S3 = (50 m/min * 1000) / (9,0 mm * 2 * 3,14) = 884,64 rpm
...	

Outras informações

Raio da ferramenta

Os seguintes dados de corretores de ferramenta (da ferramenta ativa) são responsáveis pelo raio da ferramenta:

- $TC_DP6 (geometria do raio)
- $TC_DP15 (desgaste do raio)
- $TC_SCPx6 (corretor para $TC_DP6)
- $TC_ECPx6 (corretor para $TC_DP6)

Não são considerados(as):

- Correções de raio Online
- Sobremetal para contorno programado (`OFFN`)

Corretor do raio da ferramenta (G41/G42)

Ambos, a compensação do raio de ferramenta (`G41`/`G42`) e o `SVC` referem-se ao raio da ferramenta, mas em termos de funcionamento, trabalham de modo desacoplado e independente um do outro.

Rosqueamento com macho sem mandril de compensação (G331, G332)

A programação do `SVC` também é possível em conjunto com o `G331` ou o `G332`.

Ações síncronas

A especificação do `SVC` a partir de ações síncronas não é possível.

Leitura da velocidade de corte e da variante de programação de rotação do fuso

A velocidade de corte de um fuso e a variante de programação de rotação do fuso (rotação de fuso `S` ou velocidade de corte `SVC`) podem ser lidos através de variáveis de sistema:

- Com parada de pré-processamento no programa de peça através das variáveis de sistema:

$AC_SVC[<n>]	Velocidade de corte, que estava ativa na preparação do atual bloco de processamento principal para o fuso com o número <n>.
$AC_S_TYPE[<n>]	Variante de programação da rotação do fuso, que estava ativa na preparação do atual bloco de processamento principal para o fuso com o número <n>.

Valor:	Significado:
1	Rotação do fuso S em rpm
2	Velocidade de corte SVC em m/min ou ft/min

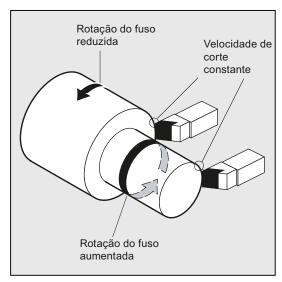
- Sem parada de pré-processamento no programa de peça através das variáveis de sistema:

$P_SVC[<n>]	Velocidade de corte programada para fuso <n>
$P_S_TYPE[<n>]	Variante de programação da rotação do fuso programada para fuso <n>

Valor:	Significado:
1	Rotação do fuso S em rpm
2	Velocidade de corte SVC em m/min ou ft/min

6.3 Velocidade de corte constante (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC)

Função

Com a função "Velocidade de corte constante" ativada, e em função do respectivo diâmetro da peça, a rotação do fuso é alterada de modo que a velocidade de corte S em m/min ou ft/min sempre seja constante no corte da ferramenta.

Disso resultam as seguintes vantagens:

- formas uniformes de torneamento e consequentemente uma elevada qualidade superficial
- usinagem com proteção e economia da ferramenta

Sintaxe

Ativação/desativação da velocidade de corte constante para o fuso mestre:

```
G96/G961/G962 S...
...
G97/G971/G972/G973
```

Limite de rotação para o fuso mestre:

```
LIMS=<valor>
LIMS[<fuso>]=<valor>
```

Outro eixo de referência para G96/G961/G962:

```
SCC[<eixo>]
```

Indicação

O `SCC[<eixo>]` pode ser programado separado ou junto com o `G96`/`G961`/`G962`.

Significado

`G96`: Velocidade de corte constante com tipo de avanço G95: ON

Com o G96 ativa-se automaticamente o G95. Se o G95 ainda não estava ativada, então na chamada do G96 deve ser informado um novo valor de avanço `F...`.

`G961`: Velocidade de corte constante com tipo de avanço G94: ON

`G962`: Velocidade de corte constante com tipo de avanço G94 ou G95: ON

Nota:
Para informações referentes ao G94 e G95 veja "Avanço (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Página 109)"

`S...`: Junto com o `G96`, `G961` ou `G962` o `S...` não é interpretado como rotação de fuso, mas como velocidade de corte. A velocidade de corte sempre tem efeito sobre o fuso mestre.

Unidade: m/min (para G71/G710) ou feet/min (para G70/G700)

Faixa de valores: 0,1 m/min ... 9999 9999,9 m/min

`G97`: Desativação da velocidade de corte constante com tipo de avanço G95

Após o `G97` (ou `G971`) o `S...` é novamente interpretado como rotação de fuso em rotações/min. Se não for especificada nenhuma rotação de fuso nova, será mantida a última rotação ajustada através do `G96` (ou `G961`).

`G971`: Desativação da velocidade de corte constante com tipo de avanço G94

`G972`: Desativação da velocidade de corte constante com tipo de avanço G94 ou G95

`G973`: Desativação da velocidade de corte constante sem ativação do limite da rotação do fuso

`LIMS`: Limite de rotação do fuso para o fuso mestre (tem efeito somente com o G96/G961/G97 ativo)

Para máquinas com fusos mestres comutáveis podem ser programadas até 4 limitações de fuso com diferentes valores em um bloco.

`<fuso>`: Número do fuso

`<valor>`: Limite superior de rotação do fuso em rotações/min

`SCC`: Com a função do G96/G961/G962 ativada pode-se atribuir qualquer eixo geométrico como eixo de referência através do `SCC[<eixo>]`.

Indicação

Na primeira seleção do `G96`/`G961`/`G962` deve ser especificada uma velocidade de corte constante `S...`, numa nova seleção do `G96`/`G961`/`G962` esta especificação torna-se opcional.

Indicação

O limite de rotação programado com `LIMS` não pode exceder o limite programado com `G26` e nem a rotação limite definida pelos dados de ajuste.

Indicação

O eixo de referência para `G96/G961/G962` deve ser um eixo geométrico conhecido no canal no momento da programação do `SCC[<eixo>]`. A programação do `SCC[<eixo>]` também é possível com o `G96/G961/G962` ativo.

Exemplos

Exemplo 1: Ativação da velocidade de corte constante com limite de rotação

Código de programa	Comentário
N10 SETMS(3)	
N20 G96 S100 LIMS=2500	; Velocidade de corte constante = 100 m/min, rotação máx. = 2500 rpm
...	
N60 G96 G90 X0 Z10 F8 S100 LIMS=444	; Rotação máx. = 444 rpm

Exemplo 2: Especificação do limite de rotação para 4 fusos

Os limites de rotação são definidos para o fuso 1 (fuso mestre) e os fusos 2, 3 e 4:

Código de programa
N10 LIMS=300 LIMS[2]=450 LIMS[3]=800 LIMS[4]=1500
...

Exemplo 3: Atribuição de um eixo Y para uma usinagem transversal com eixo X

Código de programa	Comentário
N10 G18 LIMS=3000 T1 D1	; Limite de rotação em 3000 rpm
N20 G0 X100 Z200	
N30 Z100	
N40 G96 S20 M3	; Velocidade de corte constante = 20 m/min, está em função do eixo X.
N50 G0 X80	
N60 G1 F1.2 X34	; Usinagem transversal em X com 1,2 mm/rotação.
N70 G0 G94 X100	
N80 Z80	
N100 T2 D1	
N110 G96 S40 SCC[Y]	; O eixo Y é associado ao G96 e o G96 é ativado (é possível em um bloco). Velocidade de corte constante = 40 m/min, está em função do eixo Y.
...	

Código de programa	Comentário
N140 Y30	
N150 G01 F1.2 Y=27	; Produzir canal em Y, avanço F = 1,2 mm/rotação.
N160 G97	; Velocidade de corte constante desativada.
N170 G0 Y100	

Outras informações

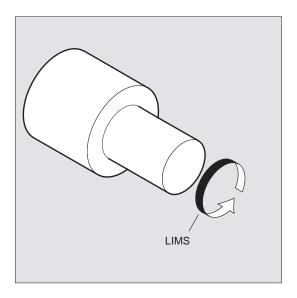
Cálculo da rotação do fuso

A base para o cálculo da rotação do fuso a partir da velocidade de corte pragramada é a posição ENC do eixo transversal (raio).

Indicação

Os Frames entre WCS e ENS (p. ex. Frames programáveis como SCALE, TRANS ou ROT) são considerados no cálculo da rotação do fuso e podem gerar uma variação de rotação (p. ex. se o diâmetro ativo variar com o SCALE).

Limite de rotação LIMS

Se uma peça de trabalho deve ser usinada com diferenças muito grandes de diâmetro, recomenda-se a indicação de um limite de rotação do fuso com `LIMS` (rotação de fuso máxima). Com isso são evitadas rotações infinitas não permitidas no caso de diâmetros muito pequenos. O `LIMS` somente tem efeito com o `G96`, `G961` e `G97` ativo. Com o `G971` o `LIMS` não tem efeito.

Indicação

No carregamento do bloco no processamento principal, todos valores programados são incorporados nos dados de ajuste.

Desativação da velocidade de corte constante (G97/G971/G973)

Após o `G97/G971` o comando interpreta novamente um valor S como rotação de fuso em rotações/min. Enquanto não for especificada uma nova rotação de fuso, será mantida a última rotação ajustada pelo `G96/G961`.

A função `G96/G961` também pode ser desativada com o `G94` ou com o `G95`. Neste caso é aplicada a última rotação `S...` programada para a execução restante da usinagem.

O `G97` pode ser programado sem a programação prévia do `G96`. A função atua como o `G95`, e adicionalmente pode-se programar o `LIMS`.

A velocidade de corte constante pode ser desativada com o `G973`, sem ativar um limite da rotação do fuso.

Indicação

O eixo transversal deve ser definido através de dado de máquina.

Deslocamento em avanço rápido G0

Durante o deslocamento em avanço rápido `G0` não haverá nenhuma mudança de rotações.

Exceção:

Se o contorno for aproximado em avanço rápido e o próximo bloco NC contiver um comando de trajetória `G1`/`G2`/`G3`/…, então a rotação no bloco de aproximação `G0` se adaptará para o próximo comando de trajetória.

Outro eixo de referência para G96/G961/G962

Com a função do G96/G961/G962 ativada pode-se atribuir qualquer eixo geométrico como eixo de referência através do `SCC[<eixo>]`. Se o eixo de referência for alterado e com ele a posição de referência da ponta da ferramenta (TCP-Tool Center Point) para a velocidade de corte constante, então a rotação resultante do fuso será aproximada através da rampa de frenagem e aceleração.

Troca do eixo de canal atribuído

A propriedade do eixo de referência para o G96/G961/G962 sempre será associada a um eixo geométrico. Na troca de eixos do canal atribuído a propriedade do eixo de referência para G96/G961/G962 permanece no canal antigo.

Uma troca de eixo geométrico não afeta a associação do eixo geométrico para com a velocidade de corte constante. Se uma troca de eixo geométrico alterar a posição de referência TCP para G96/G961/G962, então o fuso sempre acelera até a nova rotação através da rampa.

Se através da troca de eixo geométrico não for atribuído nenhum eixo de canal novo (p. ex. `GEOAX(0,X)`), então a rotação do fuso será congelada de acordo com o `G97`.

Exemplos para troca de eixo geométrico com atribuições do eixo de referência:

Código de programa	Comentário
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1, X1)	; O eixo de canal X1 passa a ser o primeiro eixo geométrico.
N20 SCC[X]	; O primeiro eixo geométrico (X) passa a ser o eixo de referência para G96/G961/G962.
N30 GEOAX(1, X2)	; O eixo de canal X2 passa a ser o primeiro eixo geométrico.
N40 G96 M3 S20	; O eixo de referência para o G96 é o eixo de canal X2.

Código de programa	Comentário
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1, X1)	; O eixo de canal X1 passa a ser o primeiro eixo geométrico.
N20 SCC[X1]	; O X1 e implicitamente o primeiro eixo geométrico (X) passam a ser o eixo de referência para G96/G961/G962.
N30 GEOAX(1, X2)	; O eixo de canal X2 passa a ser o primeiro eixo geométrico.
N40 G96 M3 S20	; O eixo de referência para G96 é o X2 e X, sem alarme.

Código de programa	Comentário
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1, X2)	; O eixo de canal X2 passa a ser o primeiro eixo geométrico.
N20 SCC[X1]	; O X1 não é nenhum eixo geométrico, alarme.

Código de programa	Comentário
N05 G0 Z50	
N10 X35 Y30	
N15 SCC[X]	; O eixo de referência para G96/G961/G962 é o X.
N20 G96 M3 S20	; Velocidade de corte constante com 10 mm/min ativada.
N25 G1 F1.5 X20	; Usinagem transversal em X com 1,5 mm/rotação.
N30 G0 Z51	
N35 SCC[Y]	; O eixo de referência para G96 é o Y, redução da rotação do fuso (Y30).
N40 G1 F1.2 Y25	; Usinagem transversal em Y com 1,2 mm/rotação.

Literatura:

Manual de funções básicas; Eixos transversais (P1) e avanços (V1)

6.4 Velocidade periférica constante do rebolo (GWPSON, GWPSOF)

Função

Através da função "Velocidade periférica de rebolo constante (SUG)" a rotação de um rebolo de retífica é ajustada de modo que sempre resulte na mesma velocidade periférica de rebolo sob consideração do atual raio.

Sintaxe

```
GWPSON(<n° T>)
GWPSOF(<n° T>)
S.../S<n>=...
```

Significado

`GWPSON`:	Ativação da velocidade periférica de rebolo constante
`GWPSOF`:	Cancelamento da velocidade periférica de rebolo constante
`<n° T>`:	A indicação do número T somente é necessária se a ferramenta não estiver ativa com este número T.
`S…`:	Velocidade periférica em m/s ou ft/s para o fuso mestre
`S<n>=…`:	Velocidade periférica em m/s ou ft/s para fuso <n> **Nota:** A velocidade periférica especificada com `S0=…` é aplicada para o fuso mestre.

Indicação

Uma velocidade periférica de rebolo pode ser programada apenas para ferramentas de retificar (tipo 400 - 499).

Exemplo

Para as ferramentas de retificar T1 e T5 deve ser aplicada a velocidade periférica de rebolo constante.

T1 é a ferramenta ativa.

Código de programa	Comentário
N20 T1 D1	; Seleção do T1 e D1.
N25 S1=1000 M1=3	; 1000 rot./min para fuso 1
N30 S2=1500 M2=3	; 1500 rot./min para fuso 2
…	
N40 GWPSON	; Ativação da SUG para ferramenta ativa
N45 S1=60	; Definição da SUG com 60 m/s para a ferramenta ativa.
…	

Código de programa	Comentário
N50 GWPSON(5)	; Ativação da SUG para ferramenta 5 (fuso 2).
N55 S2=40	; Definição da SUG com 40 m/s para fuso 2.
…	
N60 GWPSOF	; Desativação da SUG para a ferramenta ativa.
N65 GWPSOF(5)	; Desativação da SUG para ferramenta 5 (fuso 2).

Outras informações

Parâmetros específicos de ferramenta

Para ativar a função "Velocidade periférica constante", os dados de retificação $TC_TPG1, $TC_TPG8 e $TC_TPG9 específicos da ferramenta devem ser definidos de acordo. Com a SUG ativada também são considerados os valores de correção online (= parâmetros de desgaste; veja "Monitoração de ferramentas específica de retificação no programa de peça TMON, TMOF" e PUTFTOC, PUTFTOCF) na variação da rotação!

Ativação da SUG: GWPSON, programar SUG

Após a ativação da SUG com GWPSON cada valor S seguinte deste fuso será interpretado como velocidade periférica de rebolo.

A ativação da SUG com GWPSON não executa a ativação automática da correção do comprimento da ferramenta ou monitoração de ferramentas.

A SUG pode estar ativa simultaneamente para vários fusos de um canal, cada um com diferente número de ferramenta.

Se a SUG deve ser desativada com uma nova ferramenta para um fuso que já está ativo para SUG, então a SUG ativa deve ser desativada primeiro com GWPSOF.

Desativação da SUG: GWPSOF

Com a desativação da SUG com GWPSOF a última rotação determinada será mantida como valor nominal.

A programação SUG é resetada com o fim do programa de peça ou com Reset.

Consulta da SUG ativa: $P_GWPS[<fuso nº>]

Com estas variáveis de sistema pode-se realizar a consulta a partir do programa de peça para saber se a SUG está ativa para um determinado fuso.

TRUE: A SUG está **ativada**.

FALSE: A SUG está **desativada**.

6.5 Limitação programável da rotação do fuso (G25, G26)

Função

As rotações de fuso mínima e máxima definidas em dados de máquina e de ajuste podem ser alteradas através de comando de programa de peça.

Os limites da rotação do fuso programados são possíveis para todos os fusos do canal.

CUIDADO

Um limite da rotação do fuso programado com `G25` ou `G26` sobrescreve as rotações limites dos dados de ajuste e com isso o limite também permanece armazenado até o fim do programa.

Sintaxe

```
G25 S… S1=… S2=…
G26 S… S1=… S2=…
```

Significado

`G25`:	Limite da rotação do fuso **inferior**
`G26`:	Limite da rotação do fuso **superior**
`S... S1=… S2=…` :	Rotações mínima e máxima do fuso **Nota:** Por bloco podem ser programados até três limites de rotação do fuso. Faixa de valores: 0.1 ... 9999 9999.9 rpm

Exemplo

Código de programa	**Comentário**
`N10 G26 S1400 S2=350 S3=600`	`; Limite superior de rotação para fuso mestre, fuso 2 e fuso 3.`

Controle de avanço 7

7.1 Avanço (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF)

Função

Com estes comandos são ajustadas no programa NC as velocidades de avanço para todos os eixos envolvidos na seqüência de usinagem.

Sintaxe

```
G93/G94/G95
F...
FGROUP(<eixo1>,<eixo2>,…)
FGREF[<eixo rotativo>]=<raio de referência>
FL[<eixo>]=<valor>
```

Significado

`G93`:	Avanço em função do tempo (em 1/min)
`G94`:	Avanço linear (em mm/min, polegada/min ou graus/min)
`G95`:	Avanço por rotação (em mm/rotação ou polegada/rotação) O `G95` refere-se às rotações do fuso mestre (normalmente o fuso de fresar ou o fuso principal do torno)
`F...`:	Velocidade de avanço dos eixos geométricos envolvidos no movimento É aplica a unidade ajustada com `G93` / `G94` / `G95`.
`FGROUP`:	Para todos os eixos especificados (eixos geométricos/eixos rotativos) sob `FGROUP` é aplicada a velocidade de avanço programada sob `F`
`FGREF`:	Com `FGREF` programa-se para cada eixo rotativo especificado sob `FGROUP` o raio efetivo (`<raio de referência>`)
`FL`:	Velocidade limite para eixos síncronos/eixos de percurso É aplicada a unidade ajustada com `G94`. Por eixo (eixo de canal, eixo geométrico ou eixo de orientação) pode ser programado um valor `FL`. `<eixo>`: Como indicador de eixo devem ser utilizados os do sistema de coordenadas básico (eixos de canal, eixos geométricos).

Exemplos

Exemplo 1: Efeito do FGROUP

O seguinte exemplo deve explanar o efeito do `FGROUP` no percurso e avanço da trajetória. A variável `$AC_TIME` contém o tempo do início do bloco em segundos. Ela somente é utilizada em ações sincronizadas.

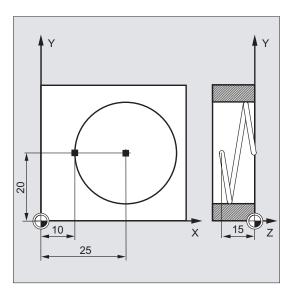
Código de programa	Comentário
N100 G0 X0 A0	
N110 FGROUP(X,A)	
N120 G91 G1 G710 F100	; Avanço= 100mm/min ou 100graus/min
N130 DO $R1=$AC_TIME	
N140 X10	; Avanço= 100mm/min, percurso= 10mm, R1= aprox.6s
N150 DO $R2=$AC_TIME	
N160 X10 A10	; Avanço= 100mm/min, percurso= 14.14mm, R2= aprox.8s
N170 DO $R3=$AC_TIME	
N180 A10	; Avanço= 100graus/min, percurso= 10graus, R3= aprox.6s
N190 DO $R4=$AC_TIME	
N200 X0.001 A10	; Avanço= 100mm/min, percurso= 10mm, R4= aprox.6s
N210 G700 F100	; Avanço= 2540mm/min ou 100graus/min
N220 DO $R5=$AC_TIME	
N230 X10	; Avanço= 2540mm/min, percurso= 254mm, R5= aprox.6s
N240 DO $R6=$AC_TIME	
N250 X10 A10	; Avanço= 2540mm/min, percurso= 254,2mm, R6= aprox.6s
N260 DO $R7=$AC_TIME	
N270 A10	; Avanço= 100graus/min, percurso= 10graus, R7= aprox.6s
N280 DO $R8=$AC_TIME	
N290 X0.001 A10	; Avanço= 2540mm/min, percurso= 10mm, R8= aprox.0.288s
N300 FGREF[A]=360/(2*$PI)	; Ajusta 1 grau = 1 polegada através do raio efetivo.
N310 DO $R9=$AC_TIME	
N320 X0.001 A10	; Avanço= 2540mm/min, percurso= 254mm, R9= aprox.6s
N330 M30	

Exemplo 2: Movimentação de eixos síncronos com a velocidade limite FL

A velocidade de percurso dos eixos de percurso é reduzida quando o eixo síncrono Z alcança a velocidade limite.

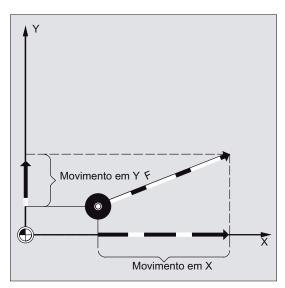
Código de programa
N10 G0 X0 Y0
N20 FGROUP(X)
N30 G1 X1000 Y1000 G94 F1000 FL[Y]=500
N40 Z-50

Exemplo 3: Interpolação de linha helicoidal

Os eixos de percurso X e Y deslocam-se com o avanço programado, o eixo de penetração Z é o eixo síncrono.

Código de programa	Comentário
N10 G17 G94 G1 Z0 F500	; Penetração da ferramenta.
N20 X10 Y20	; Aproximação da posição de partida.
N25 FGROUP(X,Y)	; Os eixos X/Y são eixos de percurso, o Z é eixo síncrono.
N30 G2 X10 Y20 Z-15 I15 J0 F1000 FL[Z]=200	; Na trajetória circular é aplicado o avanço de 1000 mm/min, no sentido Z o deslocamento é síncrono.
...	
N100 FL[Z]=$MA_AX_VELO_LIMIT[0,Z]	; A velocidade limite é cancelada através da leitura da velocidade a partir do MD, o valor é lido do MD (dado de máquina).
N110 M30	; Fim do programa.

Outras informações

Velocidade de avanço para eixos de percurso (F)

Normalmente o avanço de trajetória é composto dos componentes individuais de velocidade de todos os eixos geométricos envolvidos no movimento e tem referência no centro da fresa ou na ponta da ferramenta de tornear.

A velocidade de avanço é especificada sob o endereço `F`. Dependendo do pré-ajuste nos dados de máquina, são aplicadas as unidades de medida em mm ou inch definidas através de comandos G.

Por bloco NC pode ser programado um valor `F`. A unidade da velocidade de avanço é definida através de um dos comandos `G93`/`G94`/`G95`. O avanço `F` somente atua em eixos de percurso e continua sendo aplicado enquanto não for programado um novo valor de avanço. Após o endereço `F` são permitidos caracteres de separação.

Exemplos:

`F100` ou `F 100`

```
F.5
F=2*FEED
```

Tipo de avanço (G93/G94/G95)

Os comandos `G93`, `G94` e `G95` estão ativos modalmente. Quando é realizada uma mudança entre `G93`, `G94` e `G95`, então o valor do avanço de trajetória deve ser reprogramado. Para a usinagem com eixos rotativos o avanço também pode ser especificado em graus/min.

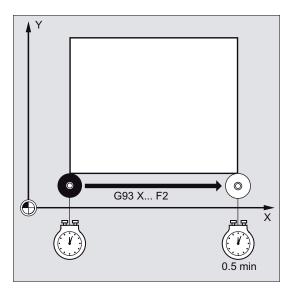
Avanço em função do tempo (G93)

O avanço em função do tempo especifica o tempo para execução de um bloco.

Unidade: 1/min

Exemplo:

```
N10 G93 G01 X100 F2
```

Significa: o percurso programado é executado em 0,5 min.

Indicação

Se as distâncias de percurso de bloco a bloco forem muito diferentes, então no `G93` deve ser definido um novo valor `F` em cada bloco. Para a usinagem com eixos rotativos o avanço também pode ser especificado em graus/min.

Avanço para eixos sincronizados

O avanço programado no endereço `F` é aplicado em todos os eixos de percurso programados no bloco, mas não nos eixos síncronos. Os eixos síncronos são controlados de modo que eles gastem o mesmo tempo para seu percurso como os eixos de percurso e que todos eixos alcancem seu ponto final ao mesmo tempo.

Velocidade limite para eixos síncronos (FL)

Com o comando `FL` pode ser programada uma velocidade limite para eixos síncronos. Se não for programado nenhum `FL`, será aplicada a velocidade de avanço rápido. O `FL` é desativado através da atribuição de dado de máquina (MD36200 $MA_AX_VELO_LIMIT).

Deslocamento do eixo de percurso como eixo síncrono (FGROUP)

Com o `FGROUP` define-se que um eixo de percurso deve ser deslocado com avanço de trajetória ou como eixo síncrono. Na interpolação de linha helicoidal define-se, por exemplo, que devem ser deslocados apenas dois eixos geométricos X e Y com avanço programado. O eixo de penetração Z seria então o eixo sincronizado.

Exemplo: `FGROUP(X,Y)`

Alteração de FGROUP

Uma alteração do ajuste realizado com `FGROUP` é possível:

1. através de uma nova programação do `FGROUP`: p. ex. `FGROUP(X,Y,Z)`
2. através da programação do `FGROUP` sem indicação de eixo: `FGROUP()`

   Após o `FGROUP()` é aplicado o estado inicial ajustado no dado de máquina. Agora os eixos geométricos são novamente deslocados em grupo de eixos de percurso.

Indicação

Os identificadores de eixo no `FGROUP` devem ser nomes de eixo de canal.

Unidades de medida para o avanço F

Com os comandos `G700` e `G710` define-se, além das indicações geométricas, o sistema de medidas para os avanços `F`, isto é:

- com `G700`: [inch/min]
- com `G710`: [mm/min]

Indicação

Através do `G70`/`G71` as indicações de avanço **não** são influenciadas.

Unidade de medida para eixos sincronizados com velocidade limite FL

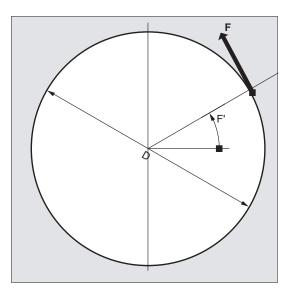
A unidade de medida para o `F` ajustada através do comando `G700`/`G710` também é aplicada para o `FL`.

Unidade de medida para eixos rotativos e eixos lineares

Para eixos lineares e eixos rotativos, que estão ligados entre si através do `FGROUP` e que percorrem juntos uma trajetória, é aplicado o avanço na unidade de medida dos eixos lineares. Dependendo do pré-ajuste com `G94`/`G95` em mm/min ou inch/min e mm/rotação ou inch/rotação.

A velocidade tangencial do eixo rotativo em mm/min ou inch/min é calculada a partir da fórmula:

F[mm/min] = F'[graus/min] * π * D[mm] / 360[graus]

com:		
	F:	Velocidade tangencial
	F':	Velocidade angular
	π:	Constante circular
	D:	Diâmetro

Deslocamento de eixos rotativos com velocidade de percurso F (FGREF)

Para processos de usinagem onde a ferramenta ou a peça de trabalho, ou ambos, são movimentados por um eixo rotativo, o avanço efetivo de usinagem deve ser programado, como de costume, como avanço de trajetória através do valor F. Para isso deve ser especificado um raio efetivo (raio de referência) para cada um dos eixos rotativos envolvido.

A unidade do raio de referência depende do ajuste do `G70`/`G71`/`G700`/`G710`.

Para realização do cálculo do avanço de trajetória, todos eixos envolvidos devem ser considerados no comando `FGROUP`.

Para permanecer compatível com o comportamento sem programação `FGREF`, após a inicialização do sistema e em caso de RESET é ativada a avaliação 1 grau= 1 mm. Isto corresponde a um raio de referência de FGREF = 360 mm / (2π) = 57.296 mm.

Indicação

Este pré-ajuste não depende do sistema básico ativo
(MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC) do atual ajuste `G70`/`G71`/`G700`/`G710` ativo.

Particularidades:

Código de programa
N100 FGROUP(X,Y,Z,A)
N110 G1 G91 A10 F100
N120 G1 G91 A10 X0.0001 F100

Nesta programação o valor F programado no `N110` é avaliado como avanço de eixo rotativo em graus/min, enquanto que a avaliação de avanço no `N120` é 100 inch/min ou 100 mm/min, pois depende do atual ajuste `G70`/`G71`/`G700`/`G710` ativo.

CUIDADO
A avaliação `FGREF` também atua quando no bloco são programados apenas eixos rotativos. Neste caso a interpretação usual do valor `F` como graus/min somente é aplicada se a referência de raio for o pré-ajuste do `FGREF`: • com `G71`/`G710`: `FGREF[A]=57.296` • com `G70`/`G700`: `FGREF[A]=57.296/25.4`

Leitura do raio de referência

O valor do raio de referência de um eixo rotativo pode ser lido através de variáveis de sistema:

- Em ações síncronas ou com parada de pré-processamento no programa de peça através da variável de sistema:

$AA_FGREF[<eixo>]	Atual valor de processamento principal

- Sem parada de pré-processamento no programa de peça através da variável de sistema:

$PA_FGREF[<eixo>]	Valor programado

Se não for programado nenhum valor, nas duas variáveis para eixos rotativos é lido o pré-ajuste 360 mm / (2π) = 57.296 mm (corresponde a 1 mm por grau).

Para eixos lineares nas duas variáveis sempre é lido o valor 1 mm.

Leitura dos eixos de percurso determinantes de velocidade

Os eixos envolvidos na interpolação de percurso podem ser lidos através de variáveis de sistema:

- Em ações síncronas ou com parada de pré-processamento no programa de peça através das variáveis de sistema:

$AA_FGROUP[<eixo>]	Retorna o valor "1" se o eixo indicado por ajuste básico ou pela programação do `FGROUP` possui alguma influência na velocidade de percurso no atual bloco de processamento principal. Caso contrário, a variável retorna o valor "0".
$AC_FGROUP_MASK	Retorna um código de Bits dos eixos de canal programados com `FGROUP`, que devem contribuir para a velocidade de percurso.

- Sem parada de pré-processamento no programa de peça através das variáveis de sistema:

$PA_FGROUP[<eixo>]	Retorna o valor "1" se o eixo indicado por ajuste básico ou pela programação do `FGROUP` possui alguma influência na velocidade de percurso. Caso contrário, a variável retorna o valor "0".
$P_FGROUP_MASK	Retorna um código de Bits dos eixos de canal programados com `FGROUP`, que devem contribuir para a velocidade de percurso.

Fatores de referência de trajetória para eixos de orientação cm FGREF

Nos eixos de orientação o efeito dos fatores `FGREF[]` depende da alteração da orientação da ferramenta ocorrer através da interpolação de eixo rotativo ou através da interpolação vetorial.

Na **interpolação de eixos rotativos** os respectivos fatores `FGREF` dos eixos de orientação são considerados individualmente como raio de referência para os percursos dos eixos, como nos eixos rotativos.

Na **interpolação vetorial** é ativado um fator `FGREF` efetivo, que é definido como valor médio geométrico a partir dos diversos fatores `FGREF`.

FGREF[efetivo] = raiz n de [(FGREF[A] * FGREF[B]...)]

com:	A:	Identificador de eixo do 1º eixo de orientação
	B:	Identificador de eixo do 2º eixo de orientação
	C:	Identificador de eixo do 3º eixo de orientação
	n:	Número de eixos de orientação

Exemplo:

Para uma transformação de 5 eixos padrão existem dois eixos de orientação e com isso o fator efetivo é calculado como raiz do produto dos dois fatores axiais:

FGREF[efetivo] = raiz quadrada de [(FGREF[A] * FGREF[B])]

Indicação

Com o fator efetivo para eixos de orientação `FGREF` pode-se definir um ponto de referência na ferramenta ao qual o avanço de trajetória programado faz referência.

7.2 Deslocar eixos de posicionamento (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC)

Função

Os eixos de posicionamento são deslocados com avanço próprio específico de eixo e independente dos eixos de percurso. Não é aplicado nenhum comando de interpolação. Com os comandos `POS`/`POSA`/`POSP` os eixos de posicionamento são deslocados e ao mesmo tempo são coordenados os movimentos.

Os exemplos típicos de eixos de posicionamento são:

- Alimentadores de paletes
- Estações de medição

Com o `WAITP` pode ser identificado o ponto no programa NC onde deve ser realizada a espera até que um eixo programado com `POSA` no bloco NC anterior alcance seu ponto final.

Com `WAITMC` o próximo bloco NC é carregado momentaneamente com a ocorrência do marcador de espera.

Sintaxe

```
POS[<eixo>]=<posição>
POSA[<eixo>]=<posição>
POSP[<eixo>]=(<posição final>,<comprimento parcial>,<modo>)
FA[<eixo>]=<valor>
WAITP(<eixo>) ; programação em um bloco NC próprio!
WAITMC(<marcador de espera>)
```

Significado

`POS` / `POSA`: Deslocamento do eixo de posicionamento na posição indicada

O `POS` e o `POSA` possuem a mesma funcionalidade, apenas diferem-se no comportamento da mudança de blocos:

- Com o `POS` o bloco NC somente prossegue quando a posição a ser aproximada for alcançada.
- Com o `POSA` o bloco NC prossegue, mesmo quando a posição a ser aproximada não é alcançada.

`<eixo>`: Nome do eixo a ser deslocado (identificador de eixo de canal ou de eixo geométrico)

`<posição>`: Posição de eixo a ser aproximada

Tipo: REAL

POSP: Deslocamento do eixo de posicionamento em segmentos até a posição final indicada

<posição final>: Posição final de eixo a ser aproximada

<comprimento parcial>: Comprimento (distância) de um segmento

<modo>: Modo de aproximação

= 0: Para os dois últimos segmentos é realizada uma distribuição do curso restante até a posição final em duas partes residuais iguais (definição prévia).

= 1: Os comprimentos parciais são adaptados de modo que a soma de todos os comprimentos parciais calculados resulta exatamente no curso até a posição final.

Nota:
O POSP é empregado especialmente para a programação de movimentos oscilantes.

Literatura:
Manual de programação Avançada; capítulo "Oscilação"

FA: Avanço para o eixo de posicionamento indicado

<eixo>: Nome do eixo a ser deslocado (identificador de eixo de canal ou de eixo geométrico)

<valor>: Velocidade de avanço

Unidade: mm/min e inch/min ou graus/min

Nota:
Por bloco NC podem ser programados até 5 valores FA.

WAITP: Espera pelo fim do deslocamento de um eixo de posicionamento

Com a execução dos blocos seguintes espera-se até que o eixo de posicionamento indicado e programado com POSA em um bloco NC alcance sua posição final (com parada exata fina).

<eixo>: Nome do eixo (identificador de eixo de canal ou de eixo geométrico), para o qual deve ser aplicado o comando WAITP

Nota:
Com WAITP um eixo pode ser liberado como eixo oscilante, ou para o deslocamento, como eixo de posicionamento concorrente (via PLC).

WAITMC: Espera pela chegada do marcador de espera especificado

Com a chegada do marcador de espera o próximo bloco NC é carregado imediatamente.

<marcador de espera>: Número do marcador de espera

Deslocamento com POSA

Se em um bloco seguinte for lida a presença de uma parada implícita de pré-processamento, então o bloco seguinte somente será executado quando todos blocos processados e armazenados anteriormente forem totalmente executados. O bloco anterior é parado na parada exata (como no G9).

Exemplos

Exemplo 1: Deslocamento com POSA e acesso aos dados de estado da máquina

Ao acessar dados de estado da máquina ($A…) o comando numérico gera uma parada interna do pré-processamento. O processamento é parado, até que todos os blocos preparados e armazenados anteriormente sejam totalmente executados.

Código de programa	Comentário
N40 POSA[X]=100	
N50 IF $AA_IM[X]==R100 GOTOF MARCADOR1	; Acesso aos dados de estado da máquina.
N60 G0 Y100	
N70 WAITP(X)	
N80 MARCADOR1:	
N...	

Exemplo 2: Espera pelo fim do deslocamento com WAITP

Alimentador de paletes

Eixo U: Magazine de paletes
Transporte do palete de peças de trabalho na área de trabalho

Eixo V: Sistema de transferência para uma estação de medição, onde são executados controles de processo em lotes

Código de programa	Comentário
N10 FA[U]=100 FA[V]=100	; Especificações de avanço específicas de eixo para os eixos de posicionamento individuais U e V.
N20 POSA[V]=90 POSA[U]=100 G0 X50 Y70	; Deslocamento de eixos de posicionamento e de eixos de percurso.
N50 WAITP(U)	; A execução do programa somente será continuada quando o eixo U alcançar a posição programada no N20.
…	

Outras informações

Deslocamento com POSA

A transição de blocos e execução do programa não é influenciada pelo `POSA`. O movimento até o ponto final pode ser realizado paralelo à execução dos blocos NC seguintes.

Deslocamento com POS

A transição de blocos somente será executada quando todos eixos programados com `POS` tiverem alcançado sua posição final.

Espera pelo fim do deslocamento com WAITP

Após um `WAITP` o eixo vale como não mais ocupado pelo programa NC até que ele seja programado novamente. Então este eixo pode ser operado como eixo de posicionamento através do PLC ou como eixo oscilante através do programa NC/PLC ou HMI.

Mudança de blocos na rampa de frenagem com IPOBRKA e WAITMC

Um eixo somente será desacelerado quando o marcador de espera não é alcançado ou se outro critério de fim de bloco impedir a mudança de blocos. Após um `WAITMC` o eixo é imediatamente iniciado, caso não exista nenhum outro critério de fim de bloco que impeça a mudança de blocos.

7.3 Operação de fuso com controle de posição (SPCON, SPCOF)

Função

Em determinados casos pode ser necessário operar o fuso com controle de posição, por exemplo em um rosqueamento com `G33` e passo grande pode-se obter uma melhor qualidade.
A comutação para o modo de fuso com controle de posição é realizada através do comando NC `SPCON`.

Indicação

O `SPCON` requer no máx. 3 passos de interpolação.

Sintaxe

```
SPCON / SPCON(<n>) / SPCON(<n>,<m>,...)
...
SPCOF / SPCOF(<n>) / SPCOF(<n>,<m>,...)
```

Significado

`SPCON`:	Ativação do modo de controle de posição O fuso indicado é comutado de controle de rotação para controle de posição. O `SPCON` tem efeito modal e é mantido até encontrar o `SPCOF`.
`SPCOF`:	Desativação do modo de controle de posição O fuso indicado é comutado de controle de posição para controle de rotação.
	`<n>`: Número do fuso que deve sofrer a comutação. Quando não se especifica nenhum número de fuso, o `SPCON`/`SPCOF` estará associado ao fuso mestre.
	`<n>,<m>,...`: Em um bloco também podem ser comutados outros fusos com o `SPCON` ou o `SPCOF`.

Indicação

A rotação é especificada com `S...`.

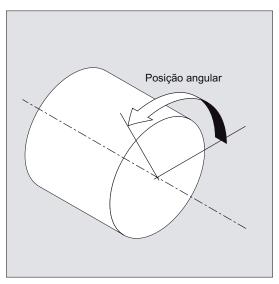
Para os sentidos de giro e parada de fuso são aplicados o `M3`, `M4` e `M5`.

Indicação

Para acoplamento de valores nominais do fuso sincronizado o fuso mestre deve ser controlado por posição.

7.4 Posicionamento de fusos (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS)

Função

Com `SPOS`, `SPOSA` ou `M19` os fusos podem ser posicionados em determinadas posições angulares, p. ex. para troca de ferramentas.

O `SPOS`, `SPOSA` e `M19` executam uma comutação temporária no modo de controle de posição até o próximo `M3`/`M4`/`M5`/`M41` ... `M45`.

Posicionamento em modo de eixo

O fuso também pode ser deslocado como eixo de percurso, eixo síncrono ou eixo de posicionamento através de seu endereço definido em dado de máquina. Com a especificação do identificador de eixo o fuso encontra-se em modo de eixo. Com `M70` o fuso é comutado diretamente para o modo de eixo.

Fim de posicionamento

O critério de fim de movimento no posicionamento do fuso é programável através do `FINEA`, `CORSEA`, `IPOENDA` ou `IPOBRKA`.

A mudança de blocos ocorre assim que os critérios de fim de movimento para todos os fusos e eixos executáveis no bloco forem preenchidos, além do preenchimento do critério de mudança de blocos da interpolação de percurso.

Sincronização

Para sincronizar os movimentos de fuso, pode ser realizada uma espera com `WAITS` até alcançar a posição do fuso.

Pré-requisitos

O fuso que deve ser posicionado precisa trabalhar em modo de controle de posição.

Sintaxe

Posicionamento do fuso:

SPOS=<valor> / SPOS[<n>]=<valor>

SPOSA=<valor> / SPOSA[<n>]=<valor>

M19 / M<n>=19

Comutação do fuso para o modo de eixo:

M70 / M<n>=70

Definição de critério de fim de movimento:

FINEA / FINEA[S<n>]

COARSEA / COARSEA[S<n>]

IPOENDA / IPOENDA[S<n>]

IPOBRKA / IPOBRKA(<eixo>[,<momento>]) ; programação em bloco NC próprio!

Sincronização de movimentos do fuso:

WAITS / WAITS(<n>,<m>) ; programação em bloco NC próprio!

Significado

SPOS / SPOSA: Posicionamento do fuso em uma posição angular indicada

O SPOS e o SPOSA possuem a mesma funcionalidade, apenas diferem-se no comportamento da mudança de blocos:

- Com o SPOS o bloco NC somente prossegue quando a posição for alcançada.
- Com o SPOSA o bloco NC prossegue, mesmo quando a posição não é alcançada.

<n>: Número do fuso que deve ser posicionado.

Quando não se especifica nenhum número de fuso, ou quando o número de fuso é "0", o SPOS e o SPOSA estará associado ao fuso mestre.

<valor>: Posição angular, na qual o fuso deve ser posicionado

Unidade: Graus

Tipo: REAL

Para programação do modo de aproximação da posição existem as seguintes possibilidades:

=AC(<eixo>): Especificação de dimensão absoluta
Faixa de valores: 0 … 359,9999

=IC(<valor>): Especificação de dimensão incremental
Faixa de valores: 0 … ±99 999,999

=DC(<valor>): Aproximação no percurso direto em valor absoluto

=ACN(<valor>): Indicação absoluta de dimensões, aproximação em sentido negativo

	`=ACP(<valor>)`:	Indicação absoluta de dimensões, aproximação em sentido positivo
	`=<valor>`:	como o `DC(<valor>)`

`M<n>=19`: Posicionamento de fuso mestre (`M19` ou `M0=19`) ou fuso de número <n> (`M<n>=19`) na posição angular especificada com SD43240 $SA_M19_SPOS no modo de aproximação de posição especificado no SD43250 $SA_M19_SPOSMODE

O bloco NC somente prossegue quando a posição é alcançada.

`M<n>=70`: Comutação de fuso mestre (`M70` ou `M0=70`) ou fuso de número <n> (`M<n>=70`) para o modo de eixo

Não é aproximada nenhuma posição definida. O bloco NC prossegue depois da comutação ser executada.

`FINEA`: Fim de movimento ao alcançar "Parada exata fina"

`COARSEA`: Fim de movimento ao alcançar "Parada exata aproximada"

`IPOENDA`: Fim de movimento ao alcançar "Parada de interpolador"

`S<n>`: Fuso, para o qual o critério de fim de movimento programado deve estar ativo

`<n>`: Número do fuso

Quando não se especifica nenhum fuso `[S<n>]` ou o número do fuso é "0", o critério de fim de movimento programado estará associado ao fuso mestre.

`IPOBRKA`: Mudança de blocos possível na rampa de frenagem

`<eixo>`: Identificador de canal

`<momento>`: Momento da mudança de blocos relacionado à rampa de frenagem

Unidade:	Por cento
Faixa de valores:	100 (momento do emprego da rampa de frenagem) … 0 (fim da rampa de frenagem)

Sem a indicação do parâmetro `<momento>` será ativado o atual valor do dado de ajuste:

SD43600 $SA_IPOBRAKE_BLOCK_EXCHANGE

Nota:
O `IBOBRKA` com momento "0" é idêntico ao `IPOENDA`.

`WAITS`:	O comando de sincronização para o(s) fuso(s) indicado(s) Com a execução dos blocos seguintes espera-se até que o(s) fuso(s) indicado(s) e programado(s) com `SPOSA` em um bloco NC alcance(m) sua posição final (com parada exata fina).
	`WAITS` após `M5`: Espera, até que o(s) fuso(s) indicado(s) esteja(m) parado(s).
	`WAITS` após `M3`/`M4`: Espera, até que o(s) fuso(s) indicado(s) alcance(m) sua rotação nominal.
	`<n>,<m>`: Números dos fusos, para os quais deve ser aplicado o comando de sincronização Quando não se especifica nenhum número de fuso, ou quando o número de fuso é "0", o `WAITS` estará associado ao fuso mestre.

Indicação

Por bloco NC são possíveis 3 indicações de posição de fuso.

Indicação

Para indicação incremental de dimensões `IC(<valor>)` o posicionamento do fuso é possível com vários giros.

Indicação

Se o controle de posição foi ativado com `SPCON` antes do `SPOS`, ele será mantido até o `SPCOF`.

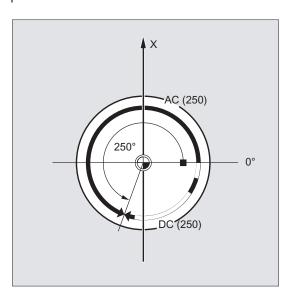
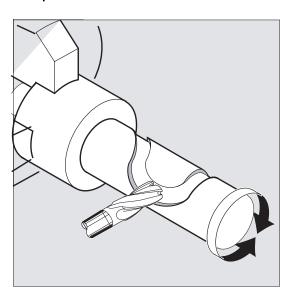
Indicação

O comando detecta automaticamente a passagem para o modo de eixo, com base na seqüência de programação. Por isso que não é mais necessária a programação explícita do M70 no programa de peça. Entretanto, o M70 ainda pode ser programado, por exemplo, para melhorar a leitura do programa de peça.

Exemplos

Exemplo 1: Posicionamento de fuso no sentido de giro negativo

O fuso 2 deve ser posicionado 250° no sentido de giro negativo:

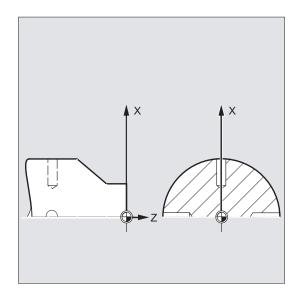
Código de programa	Comentário
`N10 SPOSA[2]=ACN(250)`	`; O fuso é eventualmente desacelerado e acelerado em sentido contrário para o posicionamento.`

Exemplo 2: Posicionamento de fuso em modo de eixo

Variante de programa 1:

Código de programa	Comentário
...	
N10 M3 S500	
...	
N90 **SPOS[2]=0**	**; Controle de posição ativado, fuso 2 posicionado em 0, no próximo bloco pode ser deslocado em modo de eixo.**
N100 X50 C180	; O fuso 2 (eixo C) é deslocado sincronizado com X na interpolação linear.
N110 Z20 SPOS[2]=90	; O fuso 2 é posicionado em 90 graus.

Variante de programa 2:

Código de programa	Comentário
...	
N10 M3 S500	
...	
N90 **M2=70**	**; O fuso 2 passa para modo de eixo.**
N100 X50 C180	; O fuso 2 (eixo C) é deslocado sincronizado com X na interpolação linear.
N110 Z20 SPOS[2]=90	; O fuso 2 é posicionado em 90 graus.

Exemplo 3: Peça torneada com execução de furos transversais

Nesta peça torneada devem ser executados furos transversais. O fuso de trabalho (mestre) em movimento é parado na posição de zero grau e depois sempre girado e parado a cada 90º.

Código de programa	Comentário
....	
N110 S2=1000 M2=3	; Ativação do dispositivo de furação transversal.
N120 SPOSA=DC(0)	; Posicionamento do fuso principal diretamente em 0°, a transição de blocos é executada imediatamente.
N125 G0 X34 Z-35	; Ativação da broca, enquanto o fuso é posicionado.
N130 WAITS	; Espera, até que o fuso principal alcance sua posição.
N135 G1 G94 X10 F250	; Avanço em mm/min (G96 somente é possível para o dispositivo de torneamento de poliedros e para o fuso síncrono, não para ferramentas acionadas na unidade de avanço transversal).
N140 G0 X34	
N145 SPOS=IC(90)	; O posicionamento é realizado com parada de leitura e a 90° em sentido positivo.
N150 G1 X10	
N155 G0 X34	
N160 SPOS=AC(180)	; O posicionamento é realizado relacionado ao ponto zero do fuso na posição 180°.
N165 G1 X10	
N170 G0 X34	
N175 SPOS=IC(90)	; Da posição absoluta de 180° o fuso desloca 90° em sentido positivo, em seguida ele está na posição absoluta de 270°.
N180 G1 X10	
N185 G0 X50	
...	

Outras informações

Posicionamento com SPOSA

A transição de blocos e execução do programa não é influenciada pelo SPOSA. O posicionamento do fuso pode ser realizado paralelo à execução dos blocos NC seguintes. A mudança de blocos é realizada quando todas funções programadas no bloco (exceto a do fuso) alcançarem seu critério de fim de bloco. Neste caso o posicionamento de fuso pode se estender por vários blocos (veja o WAITS).

ATENÇÃO
Se em um bloco seguinte for lida a presença de uma parada implícita de pré-processamento, então o processamento neste bloco permanece parado até todos os fusos que devem ser posicionados pararem.

Posicionamento com SPOS / M19

A transição de blocos somente será executada quando todas funções programadas no bloco alcançarem seu critério de fim de bloco (p. ex. quando todas funções auxiliares do PLC forem confirmadas, todos eixos alcançaram seu ponto final) e quando o fuso alcançar a posição programada.

Velocidade dos movimentos:

A velocidade e o comportamento do retardo para o posicionamento estão armazenados em dados de máquina. Os valores projetados podem ser alterados através da programação ou de ações síncronas, veja:

- Avanço para eixos/fusos de posicionamento (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Página 132)
- Correção da aceleração programável (ACC) (opcional) (Página 138)

Indicação das posições de fuso:

Visto que os comandos `G90`/`G91` não atuam neste caso, são aplicadas explicitamente as indicações de dimensões correspondentes como `AC`, `IC`, `DC`, `ACN`, `ACP`. Sem especificações o procedimento é realizado automaticamente como na especificação `DC`.

Sincronização de movimentos de fuso com WAITS

Com `WAITS` pode ser marcado um ponto no programa NC onde é realizada uma espera até que um ou mais fusos programados com `SPOSA` em um bloco NC anterior alcancem sua posição.

Exemplo:

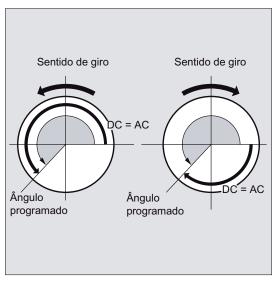
Código de programa	Comentário
N10 SPOSA[2]=180 SPOSA[3]=0	
...	
N40 WAITS(2,3)	; No bloco a espera ocorre até os fusos 2 e 3 alcançarem a posição especificada no bloco N10.

Com `WAITS` e após o `M5` espera-se que o(s) fuso(s) esteja(m) totalmente parado(s). Com `WAITS` e após o `M3`/`M4` espera-se que o(s) fuso(s) alcancem a rotação e o sentido de giro especificados.

Indicação

Se o fuso ainda não sincronizou com os marcadores de sincronização, então será adotado o sentido positivo de giro especificado no dado de máquina (estado de fornecimento).

Posicionar o fuso a partir do giro (M3/M4)

Com o M3 ou o M4 ativado, o fuso será parado conforme o valor programado.

Não existe nenhuma diferença entre a especificação DC e AC. Nos dois casos o sentido de giro optado através do M3/M4 continua a ser executado até a posição final absoluta. Com ACN e ACP eventualmente ocorre uma desaceleração e se mantém o respectivo sentido de aproximação. Na especificação IC o giro continua a partir da atual posição do fuso, e pelo valor especificado.

Posicionamento do fuso a partir do estado parado (M5)

O curso programado é percorrido a partir do estado parado (M5), exatamente de acordo com a especificação.

7.5 Avanço para eixos/fusos de posicionamento (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF)

Função

Os eixos de posicionamento como, por exemplo, sistemas de transporte de peças, revólver ou lunetas, são deslocados independentemente dos eixos de percurso e eixos síncronos. Por isso que é definido um avanço próprio para cada eixo de posicionamento.

Um avanço axial próprio também pode ser programado para fusos.

Além disso existe a possibilidade de derivar o avanço por rotação para eixos de percurso e eixos síncronos ou para diversos eixos de posicionamento/fusos a partir de um outro eixo rotativo ou fuso.

Sintaxe

Avanço para eixo de posicionamento:

```
FA[<eixo>]=…
```

Avanço axial para fuso:

```
FA[SPI(<n>)]=…
FA[S<n>]=…
```

Derivação de avanço por rotação para eixos de percurso/eixos síncronos:

```
FPR(<eixo rotativo>)
FPR(SPI(<n>))
FPR(S<n>)
```

Derivação do avanço por rotação para eixos de posicionamento/fusos:

```
FPRAON(<eixo>,<eixo rotativo>)
FPRAON(<eixo>,SPI(<n>))
FPRAON(<eixo>,S<n>)
FPRAON(SPI(<n>),<eixo rotativo>)
FPRAON(S<n>,<eixo rotativo>)
FPRAON(SPI(<n>),SPI(<n>))
FPRAON(S<n>,S<n>)
FPRAOF(<eixo>,SPI(<n>),…)
FPRAOF(<eixo>,S<n>,…)
```

Significado

`FA[...]=...` :	Avanço para o eixo de posicionamento especificado e velocidade de posicionamento (avanço axial) para o fuso especificado Unidade: mm/min e inch/min ou graus/min Faixa de valores: …999 999,999 mm/min, graus/min …39 999,9999 inch/min
`FPR(...)`:	Com `FPR` é identificado o eixo rotativo (`<eixo rotativo>`) ou fuso (`SPI(<n>)` / `S<n>`), a partir do qual deve ser derivado o avanço por rotação programado sob `G95` para o avanço por rotação dos eixos de percurso e eixos síncronos.
`FPRAON(...)`:	Derivação do avanço por rotação para eixos de posicionamento e fusos: O primeiro parâmetro (`<eixo>` / `SPI(<n>)` / `S<n>`) identifica o eixo de posicionamento/fuso que deve ser deslocado com avanço por rotação. O segundo parâmetro (`<eixo rotativo>` / `SPI(<n>)` / `S<n>`) identifica o eixo rotativo/fuso a partir do qual deve ser derivado o avanço por rotação. **Nota:** O segundo parâmetro também pode ser desconsiderado, neste caso o avanço deriva do fuso mestre.
`FPRAOF(...)`:	Com `FPRAOF` é cancelado o avanço por rotação derivado para os eixos ou fusos especificados.
`<eixo>`:	Identificador de eixo (eixo de posicionamento ou eixo geométrico)
`SPI(<n>)` / `S<n>` :	Identificador de fuso `SPI(<n>)` e `S<n>` são idênticos funcionalmente. `<n>`: Número do fuso **Nota:** `SPI` converte o número de fuso em identificador de eixo. O parâmetro de transferência `(<n>)` deve conter um número de fuso válido.

Indicação

O avanço FA[...] programado está ativo de forma modal.

Por bloco NC podem ser programados até 5 avanços para eixos de posicionamento/fusos.

Indicação

O avanço derivado é calculado conforme a seguinte fórmula:

Avanço derivado = avanço programado * valor do avanço mestre

Exemplos

Exemplo 1: Acoplamento de fusos síncronos

Com o acoplamento de fusos síncronos a velocidade de posicionamento do fuso escravo pode ser programada independentemente do fuso mestre, p. ex. para posicionamento.

Código de programa	Comentário
...	
FA[S2]=100	; Velocidade de posicionamento do fuso escravo (fuso 2) = 100 graus/min
...	

Exemplo 2: Avanço por rotação derivado para eixos de percurso

Os eixos de percurso X, Y devem ser deslocados com avanço por rotação, derivado do eixo rotativo A:

Código de programa
...
N40 FPR(A)
N50 G95 X50 Y50 F500
...

Exemplo 3: Derivação do avanço por rotação para fuso mestre

Código de programa	Comentário
N30 FPRAON(S1,S2)	; O avanço por rotação para o fuso mestre (S1) deve ser derivado do fuso 2.
N40 SPOS=150	; Posicionamento do fuso mestre.
N50 FPRAOF(S1)	; Cancelamento do avanço por rotação derivado para o fuso mestre.

Exemplo 4: Derivação do avanço por rotação para eixo de posicionamento

Código de programa	Comentário
N30 FPRAON(X)	; O avanço por rotação para o eixo de posicionamento X deve ser derivado do fuso mestre.
N40 POS[X]=50 FA[X]=500	; O eixo de posicionamento é deslocado com 500 mm/rotação do fuso mestre.
N50 FPRAOF(X)	

Outras informações

FA[…]

Sempre é aplicado o tipo de avanço `G94`. Se `G70`/`G71` estiver ativo, então a unidade de medida métrica/inch é adotada conforme o pré-ajuste no dado de máquina. Com `G700`/`G710` pode-se alterar a unidade de medida no programa.

ATENÇÃO
Se não for programado nenhum `FA`, será aplicado o valor ajustado no dado de máquina.

FPR(…)

Com o `FPR` pode-se derivar o avanço por rotação a partir de qualquer fuso ou eixo rotativo, como extensão do comando `G95` (avanço por rotação em função do fuso mestre). O `G95 FPR(…)` é aplicado para eixos de percurso e eixos síncronos.

Se o eixo rotativo / fuso identificado com FPR trabalha com controle de posição, é aplicado o acoplamento de valor nominal, caso contrário acoplamento de valor real.

FPRAON(…)

Com `FPRAON` é possível derivar por eixos o avanço por rotação de eixos de posicionamento e fusos do avanço momentâneo para um outro eixo rotativo.

FPRAOF(…)

Com `FPRAOF` é desativado o avanço por rotação para um ou simultaneamente para vários eixos/fusos.

7.6 Correção do avanço programável (OVR, OVRRAP, OVRA)

Função

A velocidade de eixos de percurso/eixos de posicionamento e fusos pode ser modificada no programa NC.

Sintaxe

```
OVR=<valor>
OVRRAP=<valor>
OVRA[<eixo>]=<valor>
OVRA[SPI(<n>)]=<valor>
OVRA[S<n>]=<valor>
```

Significado

`OVR`:	Alteração de avanço para avanço de trajetória F
`OVRRAP`:	Alteração de avanço para velocidade de avanço rápido
`OVRA`:	Alteração de avanço para avanço de posicionamento `FA` ou para rotação de fuso `S`
`<eixo>`:	Identificador de eixo (eixo de posicionamento ou eixo geométrico)
`SPI(<n>)` / `S<n>` :	Identificador de fuso `SPI(<n>)` e `S<n>` são idênticos funcionalmente. `<n>`: Número do fuso **Nota:** O `SPI` converte o número de fuso em identificador de eixo. O parâmetro de transferência `(<n>)` deve conter um número de fuso válido.
`<valor>`:	Alteração de avanço em porcentagem O valor está relacionado com e se sobrepõe com o Override de avanço ajustado no painel de comando da máquina. Faixa de valores: …200%, número inteiro **Nota:** Na correção de percurso e de avanço rápido as velocidades máximas ajustadas em dados de máquina não serão ultrapassadas.

Exemplos

Exemplo 1:

Override de avanço ajustado: 80%

Código de programa	Comentário
N10 ... F1000	
N20 OVR=50	; O avanço de trajetória F1000 programado é alterado no F400 (1000 * 0,8 * 0,5).
...	

Exemplo 2:

Código de programa	Comentário
N10 OVRRAP=5	; A velocidade de avanço rápido é reduzida para 5%.
...	
N100 OVRRAP=100	; A velocidade de avanço rápido é novamente ajustada para 100% (= ajuste básico).

Exemplo 3:

Código de programa	Comentário
N... OVR=25 OVRA[A1]=70	; O avanço de trajetória é reduzido para 25%, o avanço de posicionamento para o eixo de posicionamento A1 para 70%.

Exemplo 4:

Código de programa	Comentário
N.. OVRA[SPI(1)]=35	; A rotação para o fuso 1 é reduzida para 35%.

ou

Código de programa	Comentário
N.. OVRA[S1]=35	; A rotação para o fuso 1 é reduzida para 35%.

7.7 Correção da aceleração programável (ACC) (opcional)

Função

Em partes críticas do programa pode ser necessário limitar a aceleração abaixo do valor máximo permitido para reduzir, por exemplo, as oscilações mecânicas da máquina.

Com a correção de aceleração programável pode ser alterada a aceleração para cada eixo de percurso ou fuso através de comando no programa NC. A limitação tem efeito em todos os tipos de interpolação. Como 100 % de aceleração são aplicados os valores definidos nos dados da máquina.

Sintaxe

```
ACC[<eixo>]=<valor>
ACC[SPI(<n>)]=<valor>
ACC(S<n>)=<valor>
```

Desativação:

```
ACC[...]=100
```

Sintaxe

`ACC`:	Alteração de aceleração em porcentagem para o eixo de percurso especificado ou alteração de rotação para o fuso especificado
`<eixo>`:	Nome de eixo de canal do eixo de percurso
`SPI(<n>)` / `S<n>` :	Identificador de fuso `SPI(<n>)` e `S<n>` são idênticos funcionalmente. `<n>`: Número do fuso **Nota:** `SPI` converte o número de fuso em identificador de eixo. O parâmetro de transferência `(<n>)` deve conter um número de fuso válido.
`<valor>`:	Alteração da aceleração em porcentagem O valor está relacionado com e se sobrepõe com o Override de avanço ajustado no painel de comando da máquina. Faixa de valores: 1…200%, número inteiro

ATENÇÃO
No caso de uma aceleração maior os valores permitidos pelo fabricante da máquina podem ser ultrapassados.

Exemplo

Código de programa	Comentário
N50 ACC[X]=80	; A unidade de avanço do eixo em sentido X deve ser deslocada apenas com 80% de aceleração.
N60 ACC[SPI(1)]=50	; O fuso 1 somente deve ser acerado ou desacelerado com 50% da capacidade de aceleração.

Outras informações

Correção de aceleração programada com ACC

Em sua emissão, a correção de aceleração programada com `ACC[...]` sempre será considerada como nas variáveis $AA_ACC. A leitura no programa de peça e nas ações síncronas é realizada em diversos momentos no processamento do NC.

No programa de peças

O valor escrito no programa de peça somente será considerado nas variáveis de sistema $AA_ACC como escrito no programa de peça, se o `ACC` não for alterado por uma ação síncrona.

Em ações sincronizadas

Aplica-se o correspondente: O valor escrito em uma ação síncrona somente será considerado nas variáveis de sistema $AA_ACC como escrito no programa de peça, se o `ACC` não for alterado por um programa de peça.

A aceleração especificada também pode ser alterada através de ações síncronas (veja o Manual de funções para ações síncronas).

Exemplo:

Código de programa
...
N100 EVERY $A_IN[1] DO POS[X]=50 FA[X]=2000 ACC[X]=140

O atual valor de aceleração pode ser consultado com as variáveis de sistema $AA_ACC[<eixo>]. Através de dado de máquina pode-se optar em aplicar o último valor `ACC` definido ou então 100% no caso de um RESET / fim de programa de peça.

7.8 Avanço com sobreposição de manivela eletrônica (FD, FDA)

Função

Com os comandos `FD` e `FDA` os eixos podem ser movimentados com manivelas eletrônicas durante a execução do programa de peça. Neste caso, os movimentos de deslocamento programados dos eixos são sobrepostos com os pulsos de manivela eletrônica definidos como valores pré-determinados de curso e velocidade.

Eixos de percurso
No caso dos eixos de percurso pode ser sobreposto o avanço de trajetória programado. Aqui é avaliada a manivela eletrônica do 1º eixo geométrico do canal. Os pulsos de manivela eletrônica condicionados pelo sentido de giro e avaliados por ciclo IPO correspondem à velocidade de percurso sobreposta. Os valores de limite de velocidade de percurso que podem ser alcançados pela sobreposição da manivela eletrônica são:

- Mínimo: 0
- Máximo: Valores de limite definidos em dados de máquina para os eixos de percurso envolvidos no movimento de deslocamento

---

Indicação

Avanço de trajetória

O avanço de percurso F e o avanço da manivela eletrônica FD não podem ser programados juntos em um mesmo bloco NC.

Eixos de posicionamento
No caso dos eixos de posicionamento podem ser sobrepostos por eixo o percurso de deslocamento ou a velocidade. Aqui é avaliada a manivela eletrônica associada ao eixo.

- Sobreposição de cursos
  Os pulsos de manivela eletrônica condicionados ao sentido de giro e avaliados correspondem ao curso que deve ser percorrido pelo eixo. Neste caso são considerados apenas os pulsos de manivela eletrônica no sentido até a posição programada.
- Sobreposição de velocidade
  Os pulsos de manivela eletrônica condicionados pelo sentido de giro e avaliados por ciclo IPO correspondem à velocidade que deve ser sobreposta por eixo. Os valores de limite de velocidade de percurso que podem ser alcançados pela sobreposição da manivela eletrônica são:
  – Mínimo: 0
  – Máximo: Valores de limite definidos em dados de máquina para os eixos de posicionamento

Uma descrição detalhada sobre parametrização de manivelas eletrônicas está disponível no(a):

Literatura:
/FB2/ Manual de funções ampliadas; Deslocamento manual e manivela eletrônica (H1)

Sintaxe

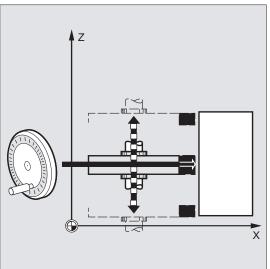
```
FD=<velocidade>
FDA[<eixo>]=<velocidade>
```

Significado

`FD=< velocidade >`:	Avanço de percurso e liberação da sobreposição de velocidade através da manivela eletrônica. <velocidade>: • Valor = 0: Não permitido! • Valor ≠ 0: Velocidade de percurso
`FDA[<eixo>]=<velocidade>`:	Avanço por eixo <velocidade>: • Valor = 0: Definição de curso através de manivela eletrônica • Valor ≠ 0: Velocidade por eixo
`<eixo>`:	Identificador de eixo do eixo de posicionamento

Indicação

O `FD` e o `FDA` estão ativos por bloco.

Exemplo

Definição de curso: O rebolo que alterna (oscila) no sentido Z é deslocado no sentido X até a peça através da manivela.

Aqui o operador pode ajustar manualmente a penetração até obter um direcionamento uniforme das faíscas. Através da ativação da "Anulação de curso restante" passa-se para o próximo bloco NC e a produção continua em modo AUTOMÁTICO.

Outras informações

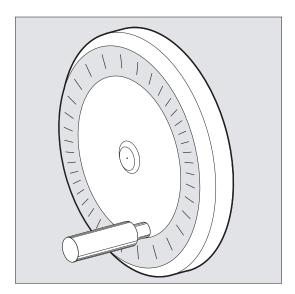
Deslocamento de eixos de percurso com sobreposição de velocidade (FD=<velocidade>)
Para o bloco de programa de peça onde está programada a sobreposição da velocidade de percurso, devem ser preenchidos os seguintes requisitos:

- Comando de curso `G1`, `G2` ou `G3` ativo
- Parada exata `G60` ativa
- Avanço linear `G94` ativo

Override de avanço
O Override de avanço somente tem efeito sobre a velocidade de percurso programada, não sobre o valor de velocidade gerado pela manivela eletrônica (Exceção: Override de avanço = 0).

Exemplo:

Código de programa	Descrição
N10 X… Y… F500	; Avanço de percurso = 500 mm/min
N20 X… Y… FD=700	; Avanço de percurso = 700 mm/min e sobreposição de velocidade através de ; manivela eletrônica.
	; No N20 ocorre uma aceleração de 500 para 700 mm/min. Através de manivela ; eletrônica pode ser alterada a velocidade de percurso, em função do sentido ; de giro, entre 0 e o valor máximo (dados de máquina).

Deslocamento de eixos de posicionamento com definição de curso (FDA[<eixo>]=0)
No bloco NC com o `FDA[<eixo>]=0` programado, o avanço passa para zero, de modo que nenhum movimento de deslocamento pode ser realizado a partir do programa. Agora o movimento de deslocamento programado na posição de destino é controlado através do giro da manivela eletrônica.

Exemplo:

Código de programa	Descrição
...	
N20 POS[V]=90 FDA[V]=0	; Posição de destino = 90 mm, avanço por eixo = 0 mm/min e sobreposição ; de curso através de manivela eletrônica.
	; Velocidade do eixo V no início do bloco = 0 mm/min.
	; A definição de curso e de velocidade é realizada através de pulsos da ; manivela eletrônica

Sentido de movimento, velocidade de deslocamento:
Conforme o sinal, os eixos percorrem o curso especificado pelos pulsos de manivela eletrônica. Dependendo do sentido de giro o deslocamento pode ocorrer para frente ou para trás. Quanto mais rápido a manivela eletrônica for girada, mas alta será a velocidade de deslocamento.

Área de deslocamento:
A área de deslocamento é limitada através da posição de partida e do ponto final programado.

Deslocamento de eixos de posicionamento com sobreposição de velocidade (FDA[<eixo>]=<velocidade>)

No bloco NC com o `FDA[…]=…` programado, o avanço do último valor `FA` programado é acelerado ou retardado até o valor programado sob `FDA`. Com base no atual avanço `FDA` pode-se acelerar ou retardar até zero o movimento programado, através do giro da manivela eletrônica. Como velocidade máxima são aplicados os valores parametrizados em dados de máquina.

Exemplo:

Código de programa	Descrição
N10 POS[V]=… FA[V]=100	; Avanço por eixo = 100 mm/min
N20 POS[V]=100 FAD[V]=200	; Posição de destino por eixo = 100, avanço por eixo = 200 mm/min e ; sobreposição de velocidade através de manivela eletrônica.
	; No N20 ocorre uma aceleração de 100 para 200 mm/min. Através da ; manivela eletrônica a velocidade pode, em função do sentido de ; giro, variar entre 0 e o valor máximo (dados de máquina).

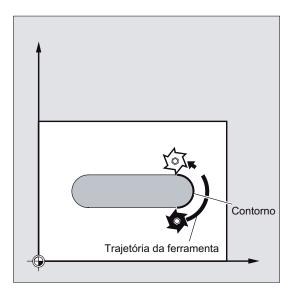
Área de deslocamento:
A área de deslocamento é limitada através da posição de partida e do ponto final programado.

7.9 Otimização de avanço em trechos de percurso curvados (CFTCP, CFC, CFIN)

Função

O avanço programado com modo de compensação G41/G42 ativado para o raio da fresa tem referência primeiramente na trajetória do centro da fresa (veja o capítulo "Transformações de coordenadas (Frames)").

No fresamento de um círculo, o qual é aplicado tanto para interpolação de polinômios como de Spline, o avanço na borda da fresa, em determinadas condições, sofre uma variação tão grande que o resultado da usinagem chega a ser afetado.

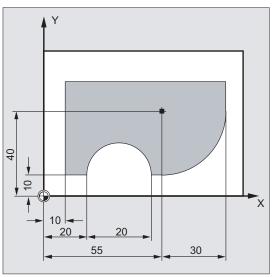
Exemplo: Fresamento de um raio externo pequeno com uma ferramenta grande. O percurso em que o lado externo da fresa deve recuar é muito maior do que o percurso ao longo do contorno.

Com isso trabalha-se com um avanço muito baixo no contorno. Para evitar tais efeitos, deve-se ajustar o avanço de acordo com estes contornos curvados.

Sintaxe

```
CFTCP
CFC
CFIN
```

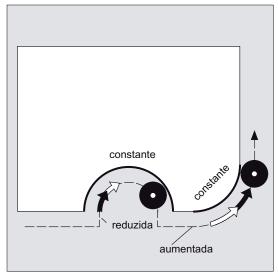
Significado

`CFTCP`:	Avanço constante na trajetória do centro da fresa O comando mantém a velocidade de avanço constante, as correções de avanço são desativadas.
`CFC`:	Avanço constante no contorno (corte da ferramenta) Esta função é a ajustada como padrão.
`CFIN`:	Avanço constante no corte da ferramenta apenas em contornos curvados internamente, caso contrário na trajetória do centro da fresa A velocidade de avanço é reduzida nos raios internos.

Exemplo

Neste exemplo o contorno é produzido primeiramente com o avanço corrigido com `CFC`. Na operação de acabamento a base fresada também é usinada com `CFIN`. Com isso evita-se que a base fresada em raios externos seja danificada através de uma velocidade muito alta de avanço.

Código de programa	Comentário
N10 G17 G54 G64 T1 M6	
N20 S3000 M3 CFC F500 G41	
N30 G0 X-10	
N40 Y0 Z-10	; Penetração até a primeira profundidade de corte
N50 CONTORNO1	; Chamada da subrotina
N40 CFIN Z-25	; Penetração até a segunda profundidade de corte
N50 CONTORNO1	; Chamada da subrotina
N60 Y120	
N70 X200 M30	

Outras informações

Avanço constante no contorno com CFC

A velocidade de avanço é reduzida nos raios internos, e nos raios externos elevada. Dessa forma a velocidade no corte da ferramenta e consequentemente no contorno é mantida constante.

7.10 Vários valores de avanço em um bloco (F, ST, SR, FMA, STA, SRA)

Função

Com a função "Vários valores de avanço em um bloco", de modo síncrono com o movimento e dependendo das entradas externas digitais e/ou analógicas, podem ser ativados diferentes valores de avanço de um bloco NC, tempo de espera assim como o retrocesso.

Os sinais de entrada de HW estão agrupados em um Byte de entrada.

Sintaxe

```
F2=... até F7=...
ST=...
SR=...
FMA[2,<eixo>]=... até FMA[7,<eixo>]=...
STA[<eixo>]=...
SRA[<eixo>]=...
```

Significado

`F2=... até F7=...`:	Sob o endereço `F` é programado o avanço de trajetória, que permanece válido enquanto não houver nenhum sinal de entrada. Além do avanço de trajetória podem ser programados até 6 avanços diferentes no bloco. A extensão numérica indica o número Bit da entrada, e com essa alteração é ativado o avanço. Efeito: por bloco
`ST=...`:	Tempo de espera em s (na tecnologia de retificação: Tempo de passada final) Bit de entrada: 1 Efeito: por bloco
`SR=...`:	Curso de retrocesso A unidade para o curso de retrocesso tem como referência a atual unidade de medida aplicada (mm ou inch). Bit de entrada: 0 Efeito: por bloco
`FMA[2,<eixo>]=... até FMA[7,<eixo>]=...`:	Sob o endereço `FA` é programado o avanço por eixo, que permanece válido enquanto não houver nenhum sinal de entrada. Além do avanço por eixo `FA` com o `FMA` podem ser programados até 6 outros avanços por eixo no bloco. O primeiro parâmetro indica o número de Bit da entrada, o segundo indica o eixo em que deve ser aplicado o avanço. Efeito: por bloco

`STA[<eixo>]=...`:	Tempo de espera por eixo em s (na tecnologia de retificação: Tempo de passada final)	
	Bit de entrada:	1
	Efeito:	por bloco
`SRA[<eixo>]=...`:	Curso de retrocesso por eixo	
	Bit de entrada:	0
	Efeito:	por bloco

Indicação

Quando a entrada é ativada com Bit 1 para tempo de espera ou Bit 0 para curso de retrocesso, então o curso restante dos eixos de percurso ou dos eixos individuais envolvidos é cancelado e iniciado o tempo de espera ou o retrocesso.

Indicação

O avanço por eixo (valor `FA` e `FMA`) ou avanço de trajetória (valor `F`) corresponde ao avanço de 100%. Com a função "Vários valores de avanço em um bloco" podem ser realizados avanços que são menores ou iguais ao avanço por eixo ou ao avanço de trajetória.

Indicação

Se para um eixo forem programados avanços, tempo de espera ou curso de retrocesso devido a uma entrada externa, este eixo não pode ser programado neste bloco como eixo POSA (eixo de posicionamento que abrange outros blocos).

Indicação

O Look-Ahead também está ativo em um bloco, mesmo com outros avanços. Dessa forma o atual avanço pode ser limitado através do Look-Ahead.

Exemplos

Exemplo 1: Movimento de percurso

Código de programa	Comentário
F7=1000	; 7 corresponde ao Bit de entrada 7
F2=20	; 2 corresponde ao Bit de entrada 2
ST=1	; Tempo de espera (s) Bit de entrada 1
SR=0.5	; Curso de retrocesso (mm) Bit de entrada 0

Exemplo 2: Movimento por eixo

Código de programa	Comentário
FMA[3, x]=1000	; Avanço axial com o valor 1000 para eixo X, 3 corresponde ao Bit de entrada 3.

Exemplo 3: Vários passos de trabalho em um bloco

Código de programa	Comentário
N20 T1 D1 F500 G0 X100	; Posição de saída
N25 G1 X105 F=20 F7=5 F3=2.5 F2=0.5 ST=1.5 SR=0.5	; Avanço normal com F, desbaste com F7, acabamento com F3, acabamento fino com F2, tempo de espera de 1.5 s, curso de retrocesso de 0.5 mm
...	

7.11 Avanço por blocos (FB)

Função

Com a função "Avanço por bloco" pode-se especificar um avanço próprio para um bloco individual. Depois desse bloco é reativado o avanço modal ativado anteriormente.

Sintaxe

```
FB=<valor>
```

Significado

`FB`:	Avanço apenas para o bloco atual
`<VALOR>`:	O valor programado deve ser maior que zero. A interpretação é realizada de acordo com o tipo de avanço ativo: • G94: Avanço em mm/min ou graus/min • G95: Avanço em mm/rot. ou inch/rot. • G96: Velocidade de corte constante

---

Indicação

Se no bloco não for programado nenhum deslocamento (p. ex. bloco de cálculo), o `FB` permanece sem efeito.

Se nenhum avanço explícito for programado para chanfro/arredondamento, o valor do `FB` também será aplicado em um elemento de contorno chanfro/arredondamento presente neste bloco.

As interpolações de avanço `FLIN`, `FCUB`, ... são possíveis sem restrições.

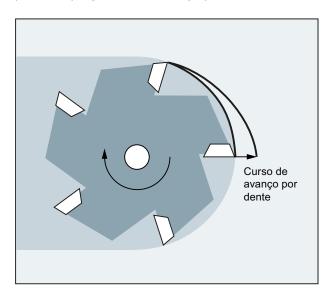
A programação simultânea do `FB` e do `FD` (uso de manivela eletrônica com sobreposição de avanço) ou do `F` (avanço de trajetória modal) **não** é possível.

Exemplo

Código de programa	**Comentário**
`N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94`	`; Posição de saída`
`N20 G1 X10`	`; Avanço de 100 mm/min`
`N30 X20 FB=80`	`; Avanço de 80 mm/min`
`N40 X30`	`; O avanço é novamente 100 mm/min.`
`...`	

7.12 Avanço por dente (G95 FZ)

Função

Preferenciamente para operações de fresamento, ao invés do avanço por rotação também pode ser programado o avanço por dente muito usado na prática:

Através do parâmetro de ferramenta $TC_DPNT (número de dentes) do bloco de dados de correção de ferramenta ativo, o comando calcula o avanço por rotação ativo para cada bloco de deslocamento a partir do avanço por dente programado:

F = FZ * $TC_DPNT

com:	F:	Avanço por rotação em mm/rot. ou polegadas/rot.
	FZ:	Avanço por dente em mm/dente ou polegada/dente
	$TC_DPNT:	Parâmetro de ferramenta: Número de dentes/rot.

O tipo de ferramenta ($TC_DP1) da ferramenta ativa não é considerado.

O avanço por dente programado independe da troca de ferramentas e ativação/desativação de um bloco de dados de corretores de ferramenta e ele é mantido de forma modal.

Uma alteração do parâmetro de ferramenta $TC_DPNT do corte ativo terá efeito na próxima ativação de corretor de ferramenta ou na próxima atualização dos dados de correção ativos.

A troca de ferramentas e a ativação/desativação de um bloco de dados de corretor de ferramenta resultam em um novo cálculo do avanço por rotação ativo.

Indicação

O avanço por dente refere-se apenas à trajetória, uma programação específica de eixo não é possível.

Sintaxe

```
G95 FZ...
```

Indicação

O `G95` e o `FZ` podem ser programados juntos ou separados no bloco.
A ordem de programação não importa.

Significado

`G95`:	Tipo de avanço: Avanço por rotação em mm/rot. ou polegada/rot. (em função do `G700`/`G710`)
	Para `G95` veja "Avanço (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Página 109)"
`FZ`:	Velocidade do avanço por dente
	Ativação: com `G95`
	Efeito: modal
	Unidade de medida: mm/dente ou polegada/dente (em função do `G700`/`G710`)

Indicação

Comutação entre G95 F... e G95 FZ...

Com a comutação entre `G95 F...` (avanço por rotação) e `G95 FZ...` (avanço por dente) é deletado o valor de avanço que não está ativo.

Indicação

Derivação de avanço com FPR

Com `FPR`, de forma similar ao avanço por rotação, o avanço por dente também pode ser derivado a partir de um eixo rotativo ou fuso qualquer (veja "Avanço para eixos/fusos de posicionamento (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Página 132)").

CUIDADO

Troca de ferramentas / mudança de fuso mestre

Uma troca de ferramentas seguinte ou mudança do fuso mestre deve ser considerada pelo usuário através da programação correspondente, p. ex. com uma nova programação do `FZ`.

CUIDADO

A importância tecnológica como o fresamento concordante ou discordante, fresamento de topo ou fresamento periférico, etc. também não será considerada automaticamente, como também ocorre na geometria da trajetória (reta, círculo, ...). Por isso que estes fatores devem ser observados durante a programação do avanço por dente.

Exemplos

Exemplo 1: Fresa com 5 dentes ($TC_DPNE = 5)

Código de programa	Comentário
N10 G0 X100 Y50	
N20 G1 G95 FZ=0.02	; Avanço por dente de 0,02 mm/dente
N30 T3 D1	; Carregamento de ferramenta e ativação do bloco de dados de corretor de ferramenta.
M40 M3 S200	; Rotação de fuso de 200 rpm
N50 X20	; Fresamento com: FZ = 0,02 mm/dente ⇒ avanço por rotação ativo: F = 0,02 mm/dente * 5 dentes/U = 0,1 mm/rot. ou: F = 0,1 mm/rot. * 200 rpm = 20 mm/min
…	

Exemplo 2: Comutação entre G95 F... e G95 FZ...

Código de programa	Comentário
N10 G0 X100 Y50	
N20 G1 G95 F0.1	; Avanço por rotação de 0,1 mm/rot.
N30 T1 M6	
N35 M3 S100 D1	
N40 X20	
N50 G0 X100 M5	
N60 M6 T3 D1	; Carregamento de ferramenta com 5 dentes ($TC_DPNT = 5).
N70 X22 M3 S300	
N80 G1 X3 G95 FZ=0.02	; Mudança de G95 F… para G95 FZ…, avanço por dente de 0,02 mm/dente ativo.
…	

Exemplo 3: Derivação de avanço por dente a partir de um fuso (FBR)

Código de programa	Comentário
…	
N41 FPR(S4)	; Ferramenta no fuso 4 (não é fuso mestre).
N51 G95 X51 FZ=0.5	; Avanço por dente de 0,5 mm/dente em função do fuso S4.
…	

Exemplo 4: Troca de ferramentas seguinte

Código de programa	Comentário
N10 G0 X50 Y5	
N20 G1 G95 FZ=0.03	; Avanço por dente de 0,03 mm/dente
N30 M6 T11 D1	; Carregamento de ferramenta com 7 dentes ($TC_DPNT = 7).
N30 M3 S100	
N40 X30	; Avanço por rotação ativo de 0,21 mm/rot.
N50 G0 X100 M5	
N60 M6 T33 D1	; Carregamento de ferramenta com 5 dentes ($TC_DPNT = 5).
N70 X22 M3 S300	
N80 G1 X3	; Avanço por dente modal de 0,03 mm/dente ⇒ avanço por rotação ativo: 0,15 mm/rot.
…	

Exemplo 5: Mudança do fuso mestre

Código de programa	Comentário
N10 SETMS(1)	; O fuso 1 é o fuso mestre.
N20 T3 D3 M6	; A ferramenta 3 é carregada no fuso 1.
N30 S400 M3	; Rotação S400 do fuso 1 (e com isso T3).
N40 G95 G1 FZ0.03	; Avanço por dente de 0,03 mm/dente
N50 X50	; Movimento de percurso, o avanço ativo depende do(a): - Avanço por dente FZ - Rotação do fuso 1 - Número de dentes da ferramenta T3 ativa
N60 G0 X60	
...	
N100 SETMS(2)	; O fuso 2 passa a ser o fuso mestre.
N110 T1 D1 M6	; A ferramenta 1 é carregada no fuso 2.
N120 S500 M3	; Rotação S500 do fuso 2 (e com isso T1).
N130 G95 G1 FZ0.03 X20	; Movimento de percurso, o avanço ativo depende do(a): - Avanço por dente FZ - Rotação do fuso 2 - Número de dentes da ferramenta T1 ativa

Indicação

após a mudança do fuso mestre (N100), o usuário também deve ativar um corretor de ferramenta, que será acionada pelo fuso 2.

Outras informações

Mudança entre G93, G94 e G95

O `FZ` também pode ser programado com o `G95` não ativado, mas não terá efeito e será cancelado com a ativação do `G95`, isto é, com a mudança entre `G93`, `G94` e `G95` o valor `FZ` também é deletado, de modo similar no caso do `F`.

Nova ativação do G95

Uma nova ativação do `G95` com o `G95` já ativado não terá nenhum efeito (se neste caso não for programada nenhuma mudança entre `F` e `FZ`).

Avanço ativo por bloco (FB)

Um avanço ativo por bloco `FB...` é interpretado como avanço por dente com o `G95 FZ...` (modal) ativo.

Mecanismo SAVE

Em subrotinas com o atributo `SAVE` o `FZ` é gravado com o valor antes do início da subrotina de modo similar ao `F`.

Vários avanços em um bloco

A função "Vários valores de avanço em um bloco" não é possível no avanço por dente.

Ações sincronizadas

A especificação do `FZ` a partir de ações síncronas não é possível.

Leitura da velocidade do avanço por dente e do tipo de avanço de trajetória

A velocidade do avanço por dente e o tipo de avanço de trajetória podem ser lidos através de variáveis de sistema:

- Com parada de pré-processamento no programa de peça através das variáveis de sistema:

$AC_FZ	Velocidade do avanço por dente, que estava ativa durante a preparação do atual bloco de processamento principal.
$AC_F_TYPE	Tipo de avanço de trajetória, que estava ativo durante a preparação do atual bloco de processamento principal.

Valor:	Significado:
0	mm/min
1	mm/rot.
2	polegada/min
3	pol./rot.
11	mm/dente
31	polegada/dente

- Sem parada de pré-processamento no programa de peça através das variáveis de sistema:

$P_FZ	Velocidade do avanço por dente programada	
$P_F_TYPE	Tipo de avanço de percurso programado	
	Valor:	**Significado:**
	0	mm/min
	1	mm/rot.
	2	polegada/min
	3	pol./rot.
	11	mm/dente
	31	polegada/dente

Indicação

Se `G95` não estiver ativo, as variáveis $P_FZ e $AC_FZ sempre retornarão o valor zero.

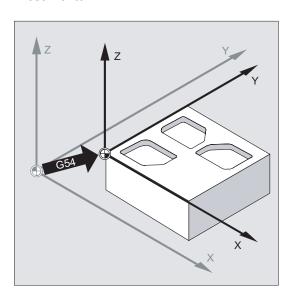
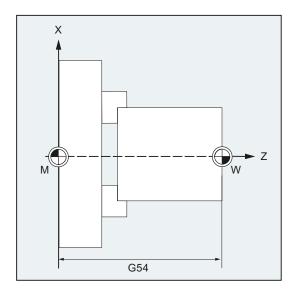
Ajustes de geometria 8

8.1 Deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153)

Função

Através do deslocamento de ponto zero ajustável (`G54` até `G57` e `G505` até `G599`) é realizado o ajuste do ponto zero da peça em todos os eixos em função do ponto zero do sistema de coordenadas básico.

Com isso é possível chamar pontos zero através de comando G fora do programa (p. ex. para diversos dispositivos de fixação).

Fresamento:

Torneamento:

Indicação

No torneamento, por exemplo, o valor de correção para corrigir a placa de fixação é especificado no G54.

Sintaxe

Ativação do deslocamento de ponto zero ajustável:

```
G54
...
G57
G505
...
G599
```

Desativação do deslocamento de ponto zero ajustável:

```
G500
G53
G153
SUPA
```

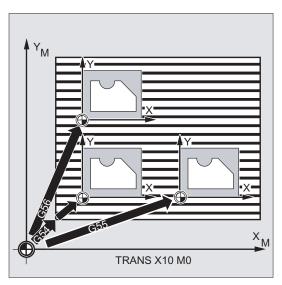
Significado

G54 ... G57:	Chamada do 1º até o 4º deslocamento de ponto zero (NV) ajustável	
G505 ... G599:	Chamada do 5º até o 99º deslocamento de ponto zero ajustável	
G500:	Desativação do atual deslocamento de ponto zero ajustável	
	G500=Frame zero: (Ajuste padrão; não contém nenhum deslocamento, rotação, espelhamento ou escalonamento)	Desativação do deslocamento de ponto zero ajustável até a próxima chamada, ativação do Frame básico total ($P_ACTBFRAME).
	G500 diferente de 0:	Ativação do primeiro deslocamento de ponto zero ajustável ($P_UIFR[0]) e ativação do Frame básico total ($P_ACTBFRAME), ou é ativado um eventual Frame básico alterado.
G53:	O G53 suprime por blocos o deslocamento de ponto zero ajustável e o deslocamento de ponto zero programável.	
G153:	O G153 atua como o G53 e também suprime o Frame básico total.	
SUPA:	O SUPA atua como o G153 e também suprime: • Deslocamentos com manivela eletrônica (DRF) • Movimentos sobrepostos • Deslocamentos de ponto zero externos • Deslocamento de PRESET	

Literatura:
Para o deslocamento de ponto zero programável, veja o capítulo "Transformações de coordenadas (Frames)".

Indicação

O ajuste básico no início do programa, p. ex. G54 ou G500, é configurado através de dado de máquina.

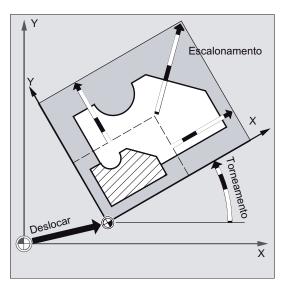
Exemplo

3 peças de trabalho que estão dispostas sobre um palete conforme os valores de deslocamento de ponto zero `G54` até `G56` devem ser usinadas consecutivamente. A sequência de usinagem está programada na subrotina L47.

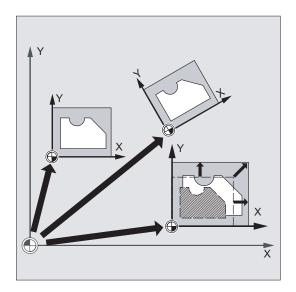
Código de programa	Comentário
N10 G0 G90 X10 Y10 F500 T1	; Aproximação
N20 G54 S1000 M3	; Chamada do primeiro deslocamento de ponto zero, fuso gira à direita
N30 L47	; Processamento de programa como subrotina
N40 G55 G0 Z200	; Chamada do segundo deslocamento de ponto zero, Z sobre obstáculo
N50 L47	; Processamento de programa como subrotina
N60 G56	; Chamada do terceiro deslocamento de ponto zero
N70 L47	; Processamento de programa como subrotina
N80 G53 X200 Y300 M30	; Supressão do deslocamento de ponto zero, fim de programa

Outras informações

Ajustar valores de deslocamento

Através do painel de operação ou através da interface universal especificamos os seguintes valores na tabela de deslocamento de ponto zero interna do comando:

- Coordenadas para o deslocamento
- Ângulo para fixação girada
- Fatores de escala (se necessário)

Deslocamento de ponto zero G54 até G57

No programa NC o ponto zero do sistema de coordenadas básico é deslocado para o sistema de coordenadas da peça através da chamada de um dos quatro comandos `G54` até `G57`.

No próximo bloco NC com movimento programado estão relacionadas todas indicações de posição e com isso os movimentos da ferramenta com relação ao atual ponto zero de peça aplicado.

Indicação

Com os quatro deslocamentos de ponto zero disponíveis podem ser descritas simultaneamente quatro fixações de peça (p. ex. para usinagem múltipla) que são chamadas no programa.

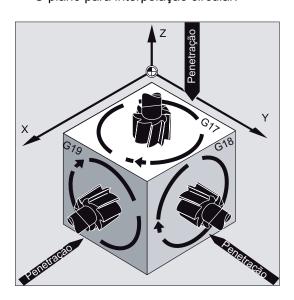
Outros deslocamentos de ponto zero ajustáveis: G505 até G599

Para outros deslocamentos de ponto zero ajustáveis estão disponíveis os seguintes números de comando `G505` até `G599`. Com os quatro deslocamentos de ponto zero `G54` até `G57` pré-ajustados é possível criar ao todo 100 deslocamentos ajustáveis na memória de ponto zero através de dado de máquina.

8.2 Seleção do plano de trabalho (G17/G18/G19)

Função

Através da especificação do plano de trabalho em que o contorno desejado deve ser produzido, também são definidas as seguintes funções:

- O plano para a correção do raio da ferramenta.
- O sentido de penetração para correção do comprimento da ferramenta em função do tipo de ferramenta.
- O plano para interpolação circular.

Sintaxe

```
G17
G18
G19
```

Significado

`G17`:	Plano de trabalho X/Y Sentido de penetração Z Seleção de plano 1º - 2º eixo geométrico
`G18`:	Plano de trabalho Z/X Sentido de penetração Y Seleção de plano 3º - 1º eixo geométrico
`G19`:	Plano de trabalho Y/Z Sentido de penetração X Seleção de plano 2º - 3º eixo geométrico

Indicação

No ajuste básico está ajustado G17 (plano X/Y) para fresamento e G18 (plano Z/X) para torneamento.

Com a chamada da correção de trajetória da ferramenta G41/G42 (veja o capítulo "Correções do raio da ferramenta (Página 277)") deve-se indicar o plano de trabalho para que o comando numérico possa corrigir o comprimento e o raio da ferramenta.

Exemplo

O procedimento "clássico" no fresamento é:

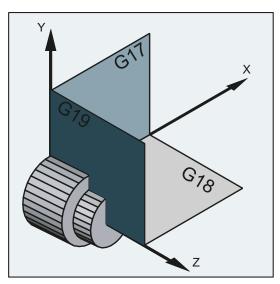
1. Definição do plano de trabalho (`G17` é o ajuste básico para fresas).
2. Chamada do tipo de ferramenta (`T`) e dos valores de correção da ferramenta (`D`).
3. Ativação da correção de trajetória (`G41`).
4. Programação dos movimentos de deslocamento.

Código de programa	Comentário
N10 G17 T5 D8	; Chamada do plano de trabalho X/Y, chamada de ferramenta. A correção do comprimento é realizada no sentido Z.
N20 G1 G41 X10 Y30 Z-5 F500	; A correção do raio é realizada no plano X/Y.
N30 G2 X22.5 Y40 I50 J40	; Interpolação circular/correção do raio da ferramenta no plano X/Y.

Outras informações

Geral

Recomenda-se definir o plano de trabalho G17 até G19 logo no início do programa. No ajuste básico está ajustado o plano Z/X para torneamento G18.

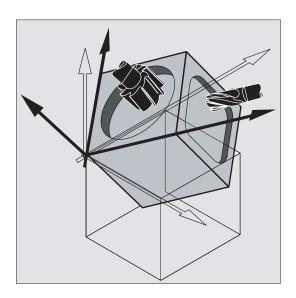
Torneamento:

Para calcular o sentido de giro o comando precisa da especificação do plano de trabalho (para isso veja a interpolação circular G2/G3).

Usinagem em planos inclinados

Através da rotação do sistema de coordenadas com ROT (veja o capítulo "Deslocamento do sistema de coordenadas") posicionamos os eixos de coordenadas na superfície inclinada. Os planos de trabalho acompanham esta rotação.

Correção do comprimento da ferramenta em planos inclinados

A correção do comprimento da ferramenta geralmente é calculada no plano de trabalho não girado e fixo no espaço.

Fresamento:

Indicação

Com as funcionalidades para "Correção do comprimento de ferramentas orientáveis" os componentes do comprimento da ferramenta podem ser calculados de acordo com o plano de trabalho girado.

A seleção do plano de correção é realizado com CUT2D, CUT2DF. Para mais informações relacionadas e para uma descrição desta opção de cálculo, veja o capítulo "Correções do raio da ferramenta (Página 277)".

Para definição espacial do plano de trabalho o comando oferece opções bastante confortáveis de transformações de coordenadas. Para obter mais informações sobre este assunto, veja o capítulo "Transformações de coordenadas (Frames) (Página 341)".

8.3 Dimenções

A base da maioria dos programas NC é um desenho de peça com indicações concretas de dimensões.

Estas indicações dimensionais podem ser:

- em dimensão absoluta ou dimensão incremental
- em milímetros ou Inch (polegadas)
- em raio ou diâmetro (para torneamento)

Para que as indicações possam ser incorporadas no programa NC diretamente de um desenho (sem conversões) existem diversas opções disponíveis ao usuário especificar as dimensões em comandos específicos de programação.

8.3.1 Especificação de dimensões absolutas (G90, AC)

Função

Na especificação de dimensões absolutas os dados de posição sempre têm sua referência no ponto zero do atual sistema de coordenadas, isto é, programa-se a posição absoluta em que a ferramenta deve ser deslocada.

Especificação de dimensões absolutas ativada modalmente

A indicação de dimensões absolutas é ativada modalmente através do comando `G90`. Ela está ativa para todos os eixos que forem programados nos blocos NC seguintes.

Especificação de dimensões absolutas ativada por blocos

Mesmo com a pré-definição de dimensões incrementais (`G91`) podem ser especificadas dimensões absolutas por blocos em determinados eixos através da ajuda do comando `AC`.

Indicação

A dimensão absoluta ativada por blocos (`AC`) também é possível para posicionamentos de fuso (`SPOS`, `SPOSA`) e para parâmetros de interpolação (`I`, `J`, `K`).

Sintaxe

```
G90
<eixo>=AC(<valor>)
```

Significado

`G90`:	Comando para ativação da especificação de dimensões absolutas ativada modalmente
`AC`:	Comando para ativação da especificação de dimensões absolutas ativada por blocos
`<eixo>`:	Identificador do eixo a ser deslocado
`<valor>`:	Posição nominal do eixo a ser deslocado dada em dimensões absolutas

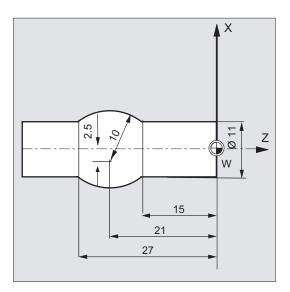
Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Código de programa	Comentário
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3	; Especificação de dimensão absoluta, em avanço rápido na posição XYZ, seleção de ferramenta, fuso ligado no sentido de giro à direita.
N20 G1 Z-5 F500	; Interpolação linear, penetração da ferramenta.
N30 G2 X20 Y35 I=AC(45) J=AC(35)	; Interpolação circular no sentido horário, ponto final e centro do círculo em dimensões absolutas.
N40 G0 Z2	; Movimento de saída.
N50 M30	; Fim de bloco.

Indicação

Para especificar as coordenadas I e J do centro do círculo, veja o capítulo "Interpolação circular".

Exemplo 2: Torneamento

Código de programa	Comentário
N5 T1 D1 S2000 M3	; Carregamento da ferramenta T1, fuso ligado no sentido de giro à direita.
N10 G0 G90 X11 Z1	; Especificação de dimensão absoluta, em avanço rápido na posição XZ.
N20 G1 Z-15 F0.2	; Interpolação linear, penetração da ferramenta.
N30 G3 X11 Z-27 I=AC(-5) K=AC(-21)	; Interpolação circular no sentido anti-horário, ponto final e centro do círculo em dimensões absolutas.
N40 G1 Z-40	; Movimento de saída.
N50 M30	; Fim de bloco.

Indicação

Para especificar as coordenadas I e J do centro do círculo, veja o capítulo "Interpolação circular".

Ver também

Indicação de dimensão absoluta e incremental no torneamento e fresamento (G90/G91) (Página 174)

8.3.2 Especificação de dimensão incremental (G91, IC)

Função

Para a indicação de dimensão incremental, uma posição toma como referência o último ponto aproximado, isto é, a programação de dimensões incrementais descreve o quanto a ferramenta deve ser deslocada.

Especificação de dimensões incrementais ativada modalmente

A indicação de dimensões incrementais é ativada modalmente através do comando `G91`. Ela está ativa para todos os eixos que forem programados nos blocos NC seguintes.

Especificação de dimensões incrementais ativada por blocos

Mesmo com a pré-definição de dimensões absolutas (`G90`) podem ser especificadas dimensões incrementais por blocos em determinados eixos através da ajuda do comando `IC`.

Indicação

A dimensão incremental ativada por blocos (`IC`) também é possível para posicionamentos de fuso (`SPOS`, `SPOSA`) e para parâmetros de interpolação (`I`, `J`, `K`).

Sintaxe

```
G91
<eixo>=IC(<valor>)
```

Significado

`G91`:	Comando para ativação da especificação de dimensões incrementais ativada modalmente
`IC`:	Comando para ativação da especificação de dimensões incrementais ativada por blocos
`<eixo>`:	Identificador do eixo a ser deslocado
`<valor>`:	Posição nominal do eixo a ser deslocado dada em dimensões incrementais

Extensão do G91

Para determinadas aplicações, como p. ex. o contato de referência, é necessário percorrer apenas o percurso programado em dimensões incrementais. O deslocamento de ponto zero ativo ou a correção do comprimento da ferramenta ativa não são executados.

Esta relação pode ser ajustada separadamente para o deslocamento de ponto zero e correção do comprimento da ferramenta ativos através dos seguintes dados de ajuste:

SD42440 $SC_FRAME_OFFSET_INCR_PROG (deslocamentos de ponto zero em Frames)

SD42442 $SC_TOOL_OFFSET_INCR_PROG (correções do comprimento da ferramenta)

Valor	Significado
0	Na programação incremental (dimensões incrementais) de um eixo **não** será executado o deslocamento de ponto zero ativo ou a correção do comprimento de ferramenta ativa.
1	Para a programação incremental (dimensões incrementais) de um eixo não será executado o deslocamento de ponto zero ativo nem a correção do comprimento de ferramenta ativa.

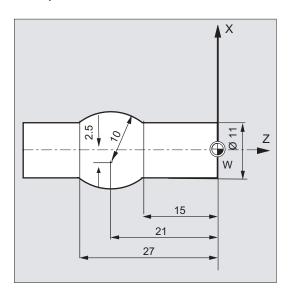
Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Código de programa	Comentário
`N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3`	; Especificação de dimensão absoluta, em avanço rápido na posição XYZ, seleção de ferramenta, fuso ligado no sentido de giro à direita.
`N20 G1 Z-5 F500`	; Interpolação linear, penetração da ferramenta.
`N30 G2 X20 Y35 I0 J-25`	; Interpolação circular no sentido horário, ponto final do círculo em dimensão absoluta, centro do círculo em dimensão incremental.
`N40 G0 Z2`	; Movimento de saída.
`N50 M30`	; Fim de bloco.

Indicação

Para especificar as coordenadas I e J do centro do círculo, veja o capítulo "Interpolação circular".

Exemplo 2: Torneamento

Código de programa	Comentário
N5 T1 D1 S2000 M3	; Carregamento da ferramenta T1, fuso ligado no sentido de giro à direita.
N10 G0 G90 X11 Z1	; Indicação de dimensão absoluta, em avanço rápido na posição XZ.
N20 G1 Z-15 F0.2	; Interpolação linear, penetração da ferramenta.
N30 G3 X11 Z-27 I-8 K-6	; Interpolação circular no sentido anti-horário, ponto final do círculo em dimensão absoluta, centro do círculo em dimensão incremental.
N40 G1 Z-40	; Movimento de saída.
N50 M30	; Fim de bloco.

Indicação

Para especificar as coordenadas I e J do centro do círculo, veja o capítulo "Interpolação circular".

Exemplo 3: Indicação de dimensão absoluta sem movimento de saída do deslocamento de ponto zero ativo

Ajustes:

- G54 contém um deslocamento em X de 25
- SD42440 $SC_FRAME_OFFSET_INCR_PROG = 0

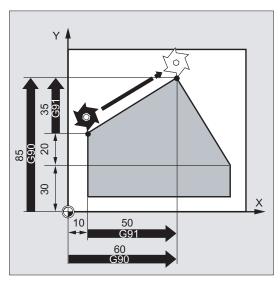
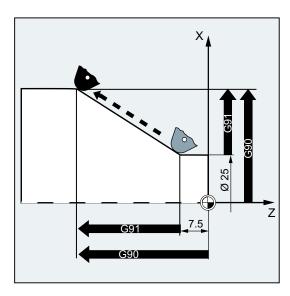
Código de programa	Comentário
N10 G90 G0 G54 X100	
N20 G1 G91 X10	; Indicação de dimensão incremental ativa, deslocamento em X de 10 mm (o deslocamento de ponto zero não é executado).
N30 G90 X50	; Indicação de dimensão absoluta ativa, deslocamento até a posição X75 (o deslocamento de ponto zero é executado).

Ver também

Indicação de dimensão absoluta e incremental no torneamento e fresamento (G90/G91) (Página 174)

8.3.3 Indicação de dimensão absoluta e incremental no torneamento e fresamento (G90/G91)

As duas figuras a seguir ilustram a programação com indicação de dimensão absoluta (`G90`) e de dimensão incremental (`G91`) no exemplo das operações de torneamento e fresamento.

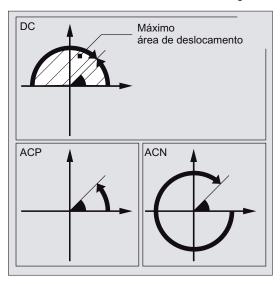
Fresamento:

Torneamento:

Indicação

Em tornos convencionais é comum considerar blocos de deslocamento incrementais no eixo transversal como valores de raio, enquanto são aplicadas indicações de diâmetro para as dimensões de referência. Esta mudança para o `G90` é realizada com os comandos `DIAMON`, `DIAMOF` ou `DIAM90`.

8.3.4 Indicação de dimensões absolutas para eixos rotativos (DC, ACP, ACN)

Função

Para o posicionamento de eixos rotativos em dimensão absoluta estão disponíveis os comandos `DC`, `ACP` e `ACN` do `G90`/`G91` que são ativados por blocos.

O `DC`, `ACP` e o `ACN` diferem-se na estratégia de aproximação adotada:

Sintaxe

```
<eixo rotativo>=DC(<valor>)
<eixo rotativo>=ACP(<valor>)
<eixo rotativo>=ACN(<valor>)
```

Significado

`<eixo rotativo>`:	Identificador do eixo rotativo que deve ser deslocado (p. ex. A, B ou C)
`DC`:	Comando para aproximação **direta** da posição O eixo rotativo aproxima-se da posição programada pelo curso direto e mais curto. O eixo rotativo desloca-se no máximo dentro de uma faixa de 180°.
`ACP`:	Comando para aproximação da posição em sentido **positivo** O eixo rotativo aproxima-se da posição programada no sentido de giro positivo (sentido anti-horário).
`ACN`:	Comando para aproximação da posição em sentido **negativo** O eixo rotativo aproxima-se da posição programada no sentido de giro negativo (sentido horário).
`<valor>`:	Posição do eixo rotativo a ser aproximada especificada em dimensão absoluta Faixa de valores: 0 - 360 graus

---

Indicação

O sentido de giro positivo (sentido de giro horário ou anti-horário) é ajustado no dado de máquina.

Indicação

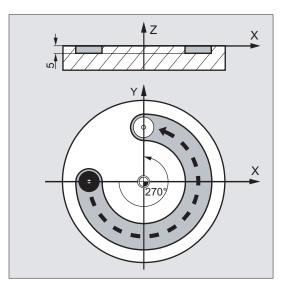
Para o posicionamento com indicação de sentido (`ACP` ou `ACN`) a faixa de deslocamento entre 0° e 360° deve ser ajustada no dado de máquina (relação Modulo). Para deslocar eixos rotativos Modulo além de 360° em um bloco, deve-se programar o `G91` e `IC`.

Indicação

Os comandos `DC`, `ACP` e `ACN` também podem ser utilizados para o posicionamento do fuso (`SPOS` e `SPOSA`) a partir do estado parado.

Exemplo: `SPOS=DC(45)`

Exemplo

Operação de fresamento em uma mesa giratória

A ferramenta está parada, a mesa gira até a posição de 270° em sentido horário. Neste caso é produzida uma ranhura circular.

Código de programa	Comentário
`N10 SPOS=0`	; Fuso em controle de posição.
`N20 G90 G0 X-20 Y0 Z2 T1`	; Indicação de dimensão absoluta, avançar a ferramenta T1 em avanço rápido.
`N30 G1 Z-5 F500`	; Descida da ferramenta em avanço normal.
`N40 C=ACP(270)`	; A mesa gira até a posição de 270 graus no sentido horário (positivo), e a ferramenta fresa uma ranhura circular.
`N50 G0 Z2 M30`	; Retração, fim de programa.

Literatura

Manual de funções ampliadas; Eixos rotativos (R2)

8.3.5 Indicação dimensional em polegadas (Inch) ou métrica (G70/G700, G71/G710)

Função

Com as seguintes funções G pode-se comutar entre os sistemas de medida métrico e em polegadas (inch).

Sintaxe

`G70` / `G71`

`G700` / `G710`

Significado

`G70`: Ativação do sistema de medidas em polegadas

Os dados geométricos informados em distâncias/comprimentos são lidos e gravados no sistema de medidas em polegadas.

Os dados tecnológicos informados em distâncias/comprimentos, como os avanços, correções de ferramenta ou deslocamentos de ponto zero ajustáveis assim como os dados de máquina e variáveis de sistema, são lidos e gravados no sistema básico parametrizado (MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC).

`G71`: Ativação do sistema de medidas métrico

Os dados geométricos informados em distâncias/comprimentos são lidos e gravados no sistema de medidas métrico.

Os dados tecnológicos informados em distâncias/comprimentos, como os avanços, correções de ferramenta ou deslocamentos de ponto zero ajustáveis assim como os dados de máquina e variáveis de sistema, são lidos e gravados no sistema básico parametrizado (MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC).

`G700`: Ativação do sistema de medidas em polegadas

Todos os dados geométricos e tecnológicos (veja acima) informados em distâncias/comprimentos são lidos e gravados no sistema de medidas em polegadas.

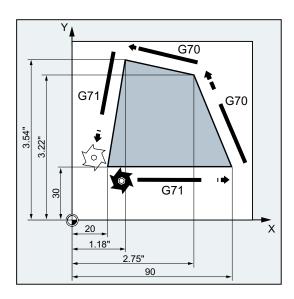
`G710`: Ativação do sistema de medidas métrico

Todos os dados geométricos e tecnológicos (veja acima) informados em distâncias/comprimentos são lidos e gravados no sistema de medidas métrico.

Exemplo

Mudança entre dimensões em polegadas e dimensões métricas

O sistema básico parametrizado é métrico:

MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC = TRUE

Código de programa	Comentário
N10 G0 G90 X20 Y30 Z2 S2000 M3 T1	; X=20 mm, Y=30 mm, Z=2 mm, F=avanço rápido em mm/min
N20 G1 Z-5 F500	; Z=-5 mm, F=500 mm/min
N30 X90	; X=90 mm
N40 G70 X2.75 Y3.22	; Sistema de medidas prog.: polegadas X=2.75 pol., Y=3.22 pol., F=500 mm/min
N50 X1.18 Y3.54	; X=1.18 pol., Y=3.54 pol., F=500 mm/min
N60 G71 X20 Y30	; Sistema de medidas prog.: métrico X=20 mm, Y=30 mm, F=500 mm/min
N70 G0 Z2	; Z=2 mm, F=avanço rápido em mm/min
N80 M30	; Fim do programa

Outras informações

G70/G71
Com o `G70`/`G71` ativo são interpretados apenas os seguintes dados geométricos no respectivo sistema de medidas:

- Informações de curso (`X`, `Y`, `Z`, ...)
- Programação de círculos:
  - Coordenadas de pontos intermediários (`I1`, `J1`, `K1`)
  - Parâmetros de interpolação (`I`, `J`, `K`)
  - Raio do círculo (`CR`)
- Passo da rosca (`G34`, `G35`)
- Deslocamento de ponto zero programável (`TRANS`)
- Raio polar (`RP`)

Ações síncronas
Se não for programado um sistema de medidas (`G70`/`G71`/`G700`/`G710`) explícito em uma ação síncrona (parte condição e/ou parte de ação), esta (parte condição e/ou parte de ação) atuará com o sistema de medidas ativo no momento de execução no canal.

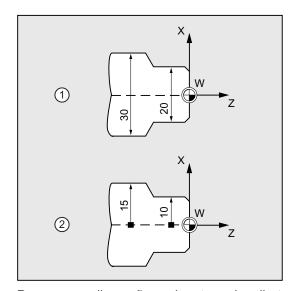
ATENÇÃO
Leitura de dados de posição em ações síncronas
Sem a programação explícita do sistema de medidas na ação síncrona (parte condição e/ou parte de ação ou função tecnológica) os **dados de posição informados em distância/ comprimento** na ação síncrona sempre serão lidos no **sistema básico parametrizado**.

Literatura

- Manual de funções básicas; Velocidades, sistema de valores nominais / reais, Controle (G2), capítulo "Sistema de medidas métrico / polegadas"
- Manual de programação Avançada; capítulo "Ações sincronizadas de movimentos"
- Manual de funções para ações sincronizadas

8.3.6 Programação em diâmetro/raio específica de canal (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF)

Função

No torneamento as dimensões **para o eixo transversal** podem ser especificadas em diâmetro (①) ou em raio (②):

Para que as dimensões sejam tomadas diretamente do desenho técnico e inseridas sem conversões no programa NC, é ativada a programação em diâmetros ou raios específica de canal através dos comandos `DIAMON`, `DIAM90`, `DIAMOF` e `DIAMCYCOF` ativos modalmente.

Indicação

A programação em diâmetro/raio específica de canal refere-se ao eixo geométrico definido como eixo transversal através do MD20100 $MC_DIAMETER_AX_DEF (→ veja as informações do fabricante da máquina!).

Através do MD20100 pode ser definido apenas um eixo transversal por canal.

Sintaxe

```
DIAMON
DIAM90
DIAMOF
```

Significado

`DIAMON`: Comando para ativar a programação em diâmetros **independente** e específica de canal

O efeito do `DIAMON` independe do modo de indicação de dimensões programado (indicação de dimensão absoluta `G90` indicação de dimensão incremental `G91`):

- com G90: Dimensões em diâmetro
- com G91: Dimensões em diâmetro

`DIAM90`: Comando para ativar a programação em diâmetros **dependente** e específica de canal

O efeito do `DIAM90` depende do modo de indicação de dimensões programado:

- com G90: Dimensões em diâmetro
- com G91: Dimensões em raio

`DIAMOF`: Comando para desativar a programação em diâmetros e específica de canal

Com a desativação da programação em diâmetro é ativada a programação em raio específica de canal. O efeito do `DIAMOF` independe do modo de indicação de dimensões programado:

- com G90: Dimensões em raio
- com G91: Dimensões em raio

`DIAMCYCOF`: Comando para desativar a programação em diâmetros e específica de canal durante o processamento do ciclo

Dessa forma, no ciclo os cálculos sempre podem ser realizados em raios. Para a indicação da posição e a exibição do bloco básico permanece a última função G ativa deste grupo.

Indicação

Com `DIAMON` ou `DIAM90` os valores reais do eixo transversal sempre são indicados como diâmetro. Isso também é aplicado na leitura dos valores reais no sistema de coordenadas da peça com `MEAS`, `MEAW`, `$P_EP[x]` e `$AA_IW[x]`.

Exemplo

Código de programa	Comentário
N10 G0 X0 Z0	; Aproximação do ponto de partida.
N20 DIAMOF	; Programação em diâmetro desativada.
N30 G1 X30 S2000 M03 F0.7	; Eixo X = Eixo transversal, programação em raio ativa, deslocamento até a posição X30 em raio.
N40 DIAMON	; Para o eixo transversal está ativa a programação em diâmetro.
N50 G1 X70 Z-20	; Deslocamento até a posição X70 e Z-20 em diâmetro.
N60 Z-30	
N70 DIAM90	; Programação em diâmetro para dimensão de referência e programação em raio para dimensão incremental.
N80 G91 X10 Z-20	; Dimensão incremental ativa.
N90 G90 X10	; Dimensão de referência ativa.
N100 M30	; Fim do programa.

Outras informações

Valores de diâmetro (DIAMON/DIAM90)

Os valores de diâmetro são aplicados para os seguintes dados:

- Indicação de valor real do eixo transversal no sistema de coordenadas da peça
- Modo JOG: Incrementos para dimensão incremental e deslocamento com a manivela eletrônica
- Programação de posições finais:

  Parâmetro de interpolação `I`, `J`, `K` com `G2`/`G3`, caso este estiver programado de forma absoluta com `AC`.

  Na programação incremental (`IC`) de `I`, `J`, `K` o cálculo sempre é realizado em raios.
- Leitura de valores reais no sistema de coordenadas da peça com:

  `MEAS`, `MEAW`, `$P_EP[X]`, `$AA_IW[X]`

8.3.7 Programação em diâmetro/raio específica de eixo (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC)

Função

Além da programação em diâmetro/raio específica de canal a programação em diâmetro/raio específica de eixo permite a indicação dimensional ativa modalmente ou por blocos e a exibição em diâmetros de um ou mais eixos.

Indicação

A programação em diâmetro/raio específica de eixo somente é possível em eixos que são permitidos como eixos transversais para a programação em diâmetro/raio específica de eixo através do MD30460 $MA_BASE_FUNCTION_MASK (→ veja as informações do fabricante da máquina!).

Sintaxe

Programação em diâmetro específica de eixo ativa modalmente para vários eixos transversais no canal:

```
DIAMONA[<eixo>]
DIAM90A[<eixo>]
DIAMOFA[<eixo>]
DIACYCOFA[<eixo>]
```

Aceitação da programação em diâmetro/raio específica de canal:

```
DIAMCHANA[<eixo>]
DIAMCHAN
```

Programação em diâmetro/raio específica de eixo ativa por blocos:

```
<eixo>=DAC(<valor>)
<eixo>=DIC(<valor>)
<eixo>=RAC(<valor>)
<eixo>=RIC(<valor>)
```

Significado

Programação em diâmetro específica de eixo ativa modalmente

`DIAMONA`: Comando para ativar a programação em diâmetros **independente** e específica de eixo

O efeito do `DIAMONA` independe do modo de indicação de dimensões programado (`G90`/`G91` e `AC`/`IC`):

- com G90, AC: Dimensões em diâmetro
- com G91, IC: Dimensões em diâmetro

`DIAM90A`: Comando para ativar a programação em diâmetros **dependente** e específica de eixo

O efeito do `DIAM90A` depende do modo de indicação de dimensões programado:

- com G90, AC: Dimensões em diâmetro
- com G91, IC: Dimensões em raio

`DIAMOFA`: Comando para desativar a programação em diâmetros e específica de eixo

Com a desativação da programação em diâmetro é ativada a programação em raio específica de eixo. O efeito do `DIAMOFA` independe do modo de indicação de dimensões programado:

- com G90, AC: Dimensões em raio
- com G91, IC: Dimensões em raio

`DIACYCOFA`: Comando para desativar a programação em diâmetros e específica de eixo durante o processamento do ciclo

Dessa forma, no ciclo os cálculos sempre podem ser realizados em raios. Para a indicação da posição e a exibição do bloco básico permanece a última função G ativa deste grupo.

`<eixo>`: Identificador do eixo que deve ser ativado para a programação em diâmetro específica de eixo

Os identificadores de eixo permitidos são:

- Nome de eixo geométrico/eixo de canal

  ou
- Nome de eixo da máquina

Faixa de valores: O eixo especificado deve ser um eixo conhecido no canal.

Outras condições:

- O eixo deve ser um eixo permitido para programação em diâmetro específico de eixo através do MD30460 $MA_BASE_FUNCTION_MASK.
- Os eixos rotativos não são permitidos como eixos transversais.

Aceitação da programação em diâmetro/raio específica de canal

DIAMCHANA: Com o comando DIAMCHANA[<eixo>] o **eixo especificado** aceita o estado do canal da programação em diâmetro/raio e é submetido na seqüência da programação em diâmetro/raio específica de canal.

DIAMCHAN: Com o comando DIAMCHAN**todos** os eixos permitidos para programação em diâmetro específica de eixo assumem o estado de canal da programação em diâmetro/raio e são submetidos na seqüência da programação diâmetro/raio específica de canal.

Programação em diâmetro/raio específica de eixo ativa por blocos

A programação em diâmetro/raio específica de eixo ativa por blocos define o tipo de indicação dimensional como valor em diâmetro ou em raio no programa de peça e nas ações sincronizadas. O estado modal da programação em diâmetro/raio não se altera.

DAC: Com o comando DAC é ativada por blocos a seguinte indicação dimensional para o eixo especificado:

Diâmetro em dimensão absoluta

DIC: Com o comando DIC é ativada por blocos a seguinte indicação dimensional para o eixo especificado:

Diâmetro em dimensão incremental

RAC: Com o comando RAC é ativada por blocos a seguinte indicação dimensional para o eixo especificado:

Raio em dimensão absoluta

RIC: Com o comando RIC é ativada por blocos a seguinte indicação dimensional para o eixo especificado:

Raio em dimensão incremental

Indicação

Com DIAMONA[<eixo>] ou DIAM90A[<eixo>] os valores reais do eixo transversal sempre são indicados como diâmetro. Isso também é aplicado na leitura dos valores reais no sistema de coordenadas da peça com MEAS, MEAW, $P_EP[x] e $AA_IW[x].

Indicação

Na troca de um eixo transversal extra devido a uma solicitação GET com RELEASE[<eixo>] é aceito o estado da programação em diâmetro/raio em outro canal.

Exemplos

Exemplo 1: Programação em diâmetro/raio específica de eixo ativa modalmente

X é o eixo transversal no canal, para Y é permitida a programação em diâmetro específica de eixo.

Código de programa	Comentário
N10 G0 X0 Z0 DIAMON	; Programação em diâmetro específica de canal ativa para X.
N15 DIAMOF	; Programação em diâmetro específica de canal desativada.
N20 DIAMONA[Y]	; Programação em diâmetro específica de eixo ativa modalmente para Y.
N25 X200 Y100	; Programação em raio ativa para X.
N30 DIAMCHANA[Y]	; O Y assume o estado da programação em diâmetro/raio específica de canal e permanece submetido à ela.
N35 X50 Y100	; Programação em raio ativa para X e Y.
N40 DIAMON	; Programação em diâmetro específica de canal ativada.
N45 X50 Y100	; Programação em diâmetro ativa para X e Y.

Exemplo 2: Programação em diâmetro/raio específica de eixo ativa por blocos

X é o eixo transversal no canal, para Y é permitida a programação em diâmetro específica de eixo.

Código de programa	Comentário
N10 DIAMON	; Programação em diâmetro específica de canal ativada.
N15 G0 G90 X20 Y40 DIAMONA[Y]	; Programação em diâmetro específica de eixo ativa modalmente para Y.
N20 G01 X=RIC(5)	; Indicação dimensional do X ativa para este bloco: Raio em dimensão incremental.
N25 X=RAC(80)	; Indicação dimensional do X ativa para este bloco: Raio em dimensão absoluta.
N30 WHEN $SAA_IM[Y]>50 DO POS[X]=RIC(1)	; X é o eixo de comando. Indicação dimensional do X ativa para este bloco: Raio em dimensão incremental.
N40 WHEN $SAA_IM[Y]>60 DO POS[X]=DAC(10)	; X é o eixo de comando. Indicação dimensional do X ativa para este bloco: Raio em dimensão absoluta.
N50 G4 F3	

Outras informações

Valores de diâmetro (DIAMONA/DIAM90A)

Os valores de diâmetro são aplicados para os seguintes dados:

- Indicação de valor real do eixo transversal no sistema de coordenadas da peça
- Modo JOG: Incrementos para dimensão incremental e deslocamento com a manivela eletrônica
- Programação de posições finais:

  Parâmetro de interpolação `I`, `J`, `K` com `G2`/`G3`, caso este estiver programado de forma absoluta com `AC`.

  Na programação incremental `IC` de `I`, `J`, `K` o cálculo sempre é realizado em raios.
- Leitura de valores reais no sistema de coordenadas da peça com:

  `MEAS`, `MEAW`, `$P_EP[X]`, `$AA_IW[X]`

Programação em diâmetro específica de eixo ativa por blocos (DAC, DIC, RAC, RIC)

As instruções `DAC`, `DIC`, `RAC` e `RIC` são permitidas para todos comandos onde é considerada a programação em diâmetro específica de canal:

- Posição do eixo: `X...`, `POS`, `POSA`
- Oscilação: `OSP1`, `OSP2`, `OSS`, `OSE`, `POSP`
- Parâmetros de interpolação: `I`, `J`, `K`
- Sucessão de elementos de contorno: Reta com indicação de ângulo
- Retração rápida: `POLF[AX]`
- Deslocamento no sentido da ferramenta: `MOVT`
- Aproximação e afastamento suaves:

  `G140` até `G143`, `G147`, G148, `G247`, `G248`, `G347`, `G348`, `G340`, `G341`

8.4 Posição da peça no torneamento

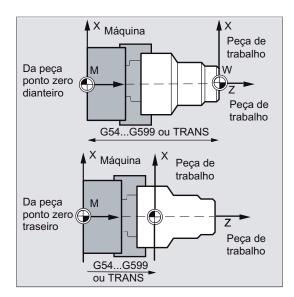
Denominações de eixo

Os dois eixos geométricos perpendiculares entre si normalmente são denominados como:

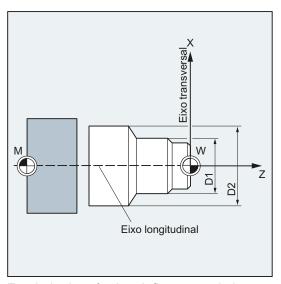
Eixo longitudinal = Eixo Z (abscissa)
Eixo transversal = Eixo X (ordenada)

Ponto zero da peça

Enquanto o ponto zero da máquina é fixo, a posição do ponto zero da peça no eixo longitudinal é de livre escolha. Normalmente o ponto zero da peça está na face dianteira ou traseira da peça de trabalho.

Tanto o ponto zero da máquina como o ponto zero da peça estão no centro de torneamento. Com isso o deslocamento ajustável no eixo X resulta em zero.

M	Ponto zero da máquina
W	Ponto zero da peça
`Z`	Eixo longitudinal
`X`	Eixo transversal
`G54` até `G599` ou `TRANS`	Chamada para posição do ponto zero da peça

Eixo transversal

Para o eixo transversal a indicação das dimensões normalmente são dadas em diâmetro (o dobro de curso quando comparado aos outros eixos):

Em dado de máquina define-se qual eixo geométrico servirá como eixo transversal (→ fabricante da máquina!).

Comandos de movimento 9

9.1 Informações gerais sobre os comandos de cursos

Elementos de contorno

O contorno de peça programado pode ser composto pelos seguintes elementos de contorno:

- Retas
- Arcos
- Espirais (através da sobreposição de retas e arcos)

Comandos de deslocamento

Para produção destes elementos de contorno estão disponíveis diversos comandos de deslocamento:

- Movimento de avanço rápido (`G0`)
- Interpolação linear (`G1`)
- Interpolação circular em sentido horário (`G2`)
- Interpolação circular em sentido anti-horário (`G3`)

Os comandos de deslocamento estão ativos de forma modal.

Posições de destino

Um bloco de movimento contém as posições de destino dos eixos a serem deslocados (eixos de percurso, eixos sincronizados, eixos de posicionamento).

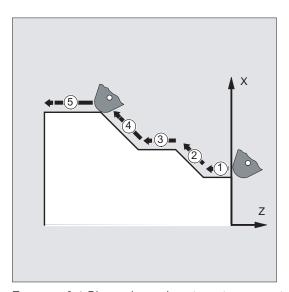
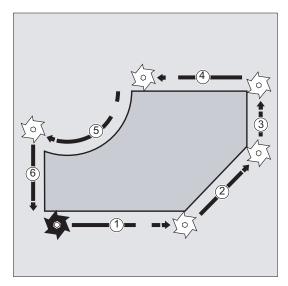
A programação das posições de destino pode ser realizada em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares.

CUIDADO
Um endereço de eixo pode ser programado apenas uma vez por bloco.

Ponto de partida - Ponto de destino

O movimento de deslocamento sempre é realizado da última posição aproximada até a posição de destino programada. Esta posição de destino, por sua vez, será a posição de partida para o próximo comando de deslocamento.

Contorno da peça de trabalho

Os blocos de movimento executados seqüencialmente resultam no contorno da peça:

Esquema 9-1 Blocos de movimento no torneamento

Esquema 9-2 Blocos de movimento no fresamento

ATENÇÃO
Antes do início de uma seqüência de usinagem devemos pré-posicionar a ferramenta de modo que seja evitada a danificação da ferramenta e da peça de trabalho.

9.2 Comandos de deslocamento com coordenadas cartesianas (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...)

Função

A posição especificada no bloco NC em coordenadas cartesianas pode ser aproximada com movimento de avanço rápido `G0`, interpolação linear `G1` ou interpolação circular `G2` /`G3`.

Sintaxe

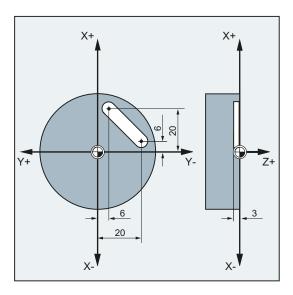
```
G0 X... Y... Z...
G1 X... Y... Z...
G2 X... Y... Z... ...
G3 X... Y... Z... ...
```

Significado

`G0`:	Comando para ativar o movimento de avanço rápido
`G1`:	Comando para ativar a interpolação linear
`G2`:	Comando para ativar a interpolação circular no sentido horário
`G3`:	Comando para ativar a interpolação circular no sentido anti-horário
`X...`:	Coordenada cartesiana da posição de destino no sentido X
`Y...`:	Coordenada cartesiana da posição de destino no sentido Y
`Z...`:	Coordenada cartesiana da posição de destino no sentido Z

Indicação

A interpolação circular `G2` / `G3` precisa de outras informações além das coordenadas da posição de destino `X...`, `Y...`, `Z...` (p. ex. as coordenadas do centro do círculo; veja "Tipos de interpolação circular (Página 209)").

Exemplo

Código de programa	Comentário
N10 G17 S400 M3	; Seleção do plano de trabalho, fuso à direita
N20 G0 X40 Y-6 Z2	; Aproximação em avanço rápido da posição de partida especificada em coordenadas cartesianas
N30 G1 Z-3 F40	; Ativação da interpolação de retas, penetração da ferramenta
N40 X12 Y-20	; Deslocamento em uma reta inclinada até a posição final especificada com coordenadas cartesianas
N50 G0 Z100 M30	; Afastamento para troca de ferramentas em avanço rápido

9.3 Comandos de deslocamento com coordenadas polares

9.3.1 Ponto de referência das coordenadas polares (G110, G111, G112)

Função

O ponto de origem da cotagem é denominado de pólo.

A indicação do pólo pode ser realizada em coordenadas cartesianas ou polares.

Com os comandos `G110` até `G112` define-se claramente o ponto de referência das coordenadas polares. Por isso que a especificação de dimensões absolutas ou incrementais não têm nenhuma influência.

Sintaxe

```
G110/G111/G112 X… Y… Z…
G110/G111/G112 AP=… RP=…
```

Significado

`G110 ...`: Com o comando `G110` as coordenadas polares seguintes têm referência **na última posição aproximada.**

`G111 ...`: Com o comando `G111` as coordenadas polares seguintes têm referência **no ponto zero do atual sistema de coordenadas da peça.**

`G112 ...`: Com o comando `G112` as coordenadas polares seguintes têm referência **no último pólo aplicado.**

Nota:
Os comandos `G110`...`G112` devem ser programados em um bloco NC próprio.

`X… Y… Z…`: Indicação do pólo em coordenadas cartesianas

`AP=… RP=…`: Indicação do pólo em coordenadas polares

- `AP=…`: Ângulo polar

  Ângulo entre o raio polar e o eixo horizontal do plano de trabalho (p. ex. eixo X no `G17`). O sentido de giro positivo segue em sentido anti-horário.

  Faixa de valores: ± 0…360°

- `RP=…`: Raio polar

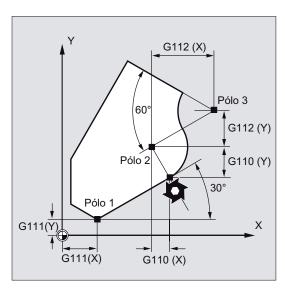
  A indicação **sempre é realizada em valores absolutos positivos** em [mm] ou [inch].

Indicação

No programa NC é possível alternar entre dimensões polares e cartesianas por bloco. Através do uso de identificadores de coordenadas cartesianas (X..., Y..., Z...) retornamos diretamente para o sistema cartesiano. Além disso, o pólo definido é mantido até o fim do programa.

Indicação

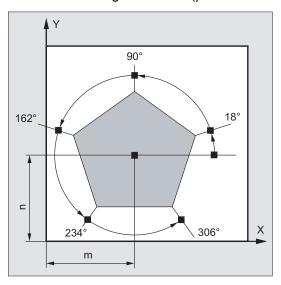
Se nenhum pólo for especificado, vale o ponto zero do atual sistema de coordenadas da peça.

Exemplo

Os pólos 1 até 3 são definidos da seguinte forma:

- Pólo 1 com `G111 X… Y…`
- Pólo 2 com `G110 X… Y…`
- Pólo 3 com `G112 X… Y…`

9.3.2 Comandos de deslocamento com coordenadas polares (G0, G1, G2, G3, AP, RP)

Função

Comandos de deslocamento com coordenadas polares são úteis quando a cotagem de uma peça ou de uma parte da peça tiver como referência um ponto central e as cotas forem indicadas com ângulos e raios (p. ex. em modelos de furação).

Sintaxe

```
G0/G1/G2/G3 AP=… RP=…
```

Significado

`G0`: Comando para ativar o movimento de avanço rápido

`G1`: Comando para ativar a interpolação de retas

`G2`: Comando para ativar a interpolação circular no sentido horário

`G3`: Comando para ativar a interpolação circular no sentido anti-horário

`AP`: Ângulo polar

Ângulo entre o raio polar e o eixo horizontal do plano de trabalho (p. ex. eixo X no `G17`). O sentido de giro positivo segue em sentido anti-horário.

Faixa de valores: ± 0…360°

A indicação de ângulo pode ser realizada tanto de forma absoluta como incremental:

`AP=AC(...)`: Especificação de dimensões absolutas

`AP=IC(...)`: Especificação de dimensões incrementais

Na especificação de dimensões incrementais o último ângulo programado vale como referência.

O ângulo polar permanece armazenado até ser definido um novo pólo ou quando é mudado o plano de trabalho.

`RP`: Raio polar

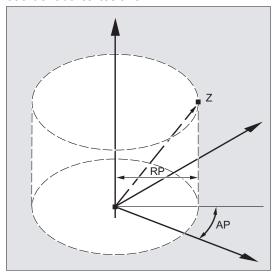
A indicação **sempre é realizada em valores absolutos positivos** em [mm] ou [inch].

O raio polar permanece armazenado até a especificação de um novo valor.

Indicação

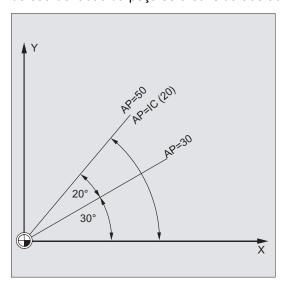
As coordenadas polares referem-se ao pólo definido com `G110` ... `G112` e são aplicadas no plano de trabalho selecionado com `G17` até `G19`.

Indicação

O 3º eixo geométrico perpendicular ao plano de trabalho também pode ser indicado como coordenada cartesiana.

Isto permite que dados tridimensionais possam ser programados em coordenadas cilíndricas.

Exemplo: `G17 G0 AP… RP… Z…`

Condições gerais

- Nos blocos NC com indicações polares de ponto final não podem ser programadas coordenadas cartesianas para o plano de trabalho selecionado, nem parâmetros de interpolação, endereços de eixo, etc.
- Se não for definido nenhum pólo com `G110` ... `G112`, então o ponto zero do atual sistema de coordenadas da peça será considerado automaticamente como pólo:

- Raio polar RP = 0

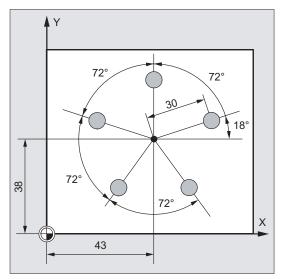
  O raio polar é calculado a partir da distância entre o vetor do ponto de partida no plano do pólo e o vetor polar ativo. Em seguida o raio polar calculado é armazenado de forma modal.

  Isto é aplicado independente de uma definição de pólo selecionada (`G110` ... `G112`). Se dois pontos forem programados identicamente, então este raio será = 0 e é gerado o alarme 14095.

- Apenas o ângulo polar AP está programado

  Se no atual bloco não houver um raio polar RP programado, mas um ângulo polar AP, então, no caso de uma diferença entre a atual posição e o pólo em coordenadas da peça, esta diferença será utilizada como raio polar e armazenada modalmente. Se a diferença = 0, as coordenadas polares serão especificadas novamente e o raio polar modal permanece em zero.

Exemplo

Produção de um modelo de furação

As posições dos furos devem ser especificadas em coordenadas polares.

Cada furo é produzido com a mesma sequência de produção:

Pré-furação, furação até a dimensão final, alargamento …

A sequência de usinagem está armazenada na subrotina.

Código de programa	Comentário
N10 G17 G54	; Plano de trabalho X/Y, ponto zero da peça de trabalho.
N20 G111 X43 Y38	; Definição do pólo.
N30 G0 RP=30 AP=18 Z5G0	; Aproximação do ponto de partida, indicação em coordenadas cilíndricas.
N40 L10	; Chamada da subrotina.
N50 G91 AP=72	; Aproximação da próxima posição em avanço rápido, ângulo polar em dimensão incremental, o raio polar do bloco N30 permanece armazenado e não precisa ser especificado.
N60 L10	; Chamada da subrotina.
N70 AP=IC(72)	.
N80 L10	…
N90 AP=IC(72)	
N100 L10	…
N110 AP=IC(72)	
N120 L10	…
N130 G0 X300 Y200 Z100 M30	; Afastamento da ferramenta, fim do programa.
N90 AP=IC(72)	
N100 L10	…

Ver também

Tipos de interpolação circular (G2/G3, ...) (Página 209)

9.4 Movimento de avanço rápido (G0, RTLION, RTLIOF)

Função

Os movimentos de avanço rápido são empregados:

- para o posicionamento rápido da ferramenta
- para percorrer a peça
- para aproximação de pontos de troca de ferramentas
- para afastamento da ferramenta

Com o comando de programa de peça `RTLIOF` é ativada a interpolação não linear, e com `RTLION` é ativada a interpolação linear.

Indicação

A função não é adequada para usinagem da peça!

Sintaxe

```
G0 X… Y… Z…
G0 AP=…
G0 RP=…
RTLIOF
RTLION
```

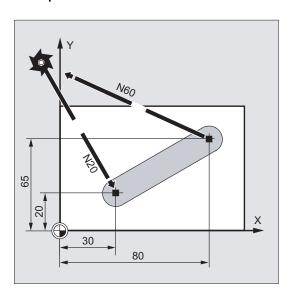
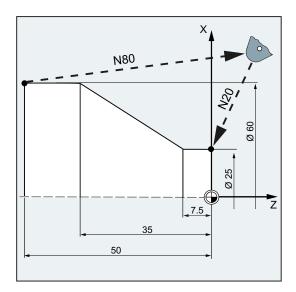
Significado

`G0`:	Comando para ativar o movimento de avanço rápido Efeito: modal
`X... Y... Z...`:	Ponto final em coordenadas cartesianas
`AP=...`:	Ponto final em coordenadas polares, neste caso ângulo polar
`RP=...`:	Ponto final em coordenadas polares, neste caso raio polar
`RTLIOF`:	Interpolação não linear (cada eixo de percurso interpola como eixo individual)
`RTLION`:	Interpolação linear (eixos de percurso são interpolados em conjunto)

Indicação

O `G0` não pode ser substituído por G.

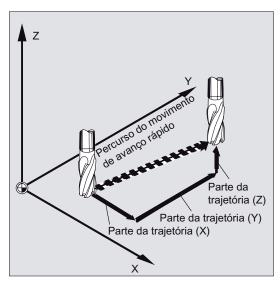
Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Código de programa	Comentário
N10 G90 S400 M3	; Especificação de dimensões absolutas, fuso à direita
N20 G0 X30 Y20 Z2	; Aproximação da posição de partida
N30 G1 Z-5 F1000G1	; Penetração da ferramenta
N40 X80 Y65	; Deslocamento em uma linha reta
N50 G0 Z2	
N60 G0 X-20 Y100 Z100 M30	; Afastamento da ferramenta, fim do programa

Exemplo 2: Torneamento

Código de programa	Comentário
`N10 G90 S400 M3`	`; Especificação de dimensões absolutas, fuso à direita`
`N20 G0 X25 Z5`	`; Aproximação da posição de partida`
`N30 G1 G94 Z0 F1000G1`	`; Penetração da ferramenta`
`N40 G95 Z-7.5 F0.2`	
`N50 X60 Z-35`	`; Deslocamento em uma linha reta`
`N60 Z-50`	
`N70 G0 X62`	
`N80 G0 X80 Z20 M30`	`; Afastamento da ferramenta, fim do programa`

Outras informações

Velocidade de avanço rápido

O movimento de ferramenta programado com `G0` é executado com a mais alta velocidade de deslocamento possível (avanço rápido). A velocidade de avanço rápido está definida em dados de máquina para cada um dos eixos. Se o movimento de avanço rápido é executado simultaneamente em vários eixos, então é adotada a velocidade de avanço rápido do eixo que levará mais tempo para percorrer sua trajetória.

Deslocamento de eixos de percurso em G0 como eixos de posicionamento

Com o movimento de avanço rápido os eixos de percurso podem ser movimentados opcionalmente em dois tipos de modo:

- Interpolação linear (relação usual):

  Os eixos de percurso são interpolados em conjunto.
- Interpolação não linear:

  Cada eixo de percurso interpola como eixo individual (eixo de posicionamento) independente dos demais eixos do movimento de avanço rápido.

Na interpolação não linear é aplicado o ajuste `BRISKA`, `SOFTA` e `DRIVEA` para o respectivo eixo em função do solavanco axial.

ATENÇÃO
Visto que na interpolação não linear um outro contorno não pode ser percorrido, as ações sincronizadas que se referem às coordenadas da trajetória original eventualmente não estarão ativas!

A interpolação sempre linear é aplicada nos seguintes casos:

- Em uma combinação de códigos G com `G0` que não permite um movimento de posicionamento (p. ex. `G40`/`G41`/`G42`).
- Na combinação do `G0` com o `G64`
- Com o compressor ativo
- Em uma transformação ativa

Exemplo:

Código de programa
G0 X0 Y10
G0 G40 X20 Y20
G0 G95 X100 Z100 M3 S100

O deslocamento é executado como POS[X]=0 POS[Y]=10 e em modo de trajetória. Se for executado o deslocamento POS[X]=100 POS[Z]=100, então não há nenhum avanço por rotação ativo.

Critério de mudança de blocos ajustável com o G0

Para a interpolação de eixos individuais pode ser configurado um novo critério de fim de movimento `FINEA` ou `COARSEA` ou `IPOENDA` para a mudança de blocos ainda durante a rampa de frenagem.

Eixos sucessivos com G0 são tratados como eixos de posicionamento

Com a combinação de

- "Mudança de blocos ajustável na rampa de frenagem da interpolação de eixos individuais" e
- "Deslocamento de eixos de percurso em movimento de avanço rápido G0 como eixos de posicionamento"

todos eixos podem ser movimentados até seu ponto final, independentes um dos outros. Dessa forma dois eixos X e Z programados sucessivamente com G0 serão tratados como eixos de posicionamento.

A mudança de blocos após o eixo Z pode ser iniciada em função do momento da rampa de frenagem (100-0%) do eixo X. Enquanto do eixo X ainda está em movimento, é iniciado o eixo Z. Os dois eixos deslocam-se até seu ponto final, um independente do outro.

Para mais informações sobre este assunto, veja "Controle de avanço e movimento de fuso".

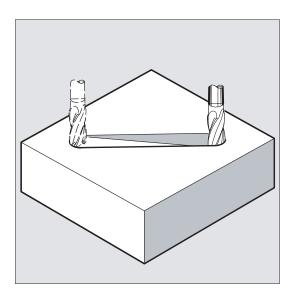
9.5 Interpolação linear (G1)

Função

Com G1 a ferramenta desloca-se em linha reta paralela ao eixo, inclinada ou em qualquer direção no espaço. A interpolação linear permite a produção de superfícies 3D, ranhuras, entre muitos outros.

Fresamento:

Sintaxe

```
G1 X… Y… Z … F…
G1 AP=… RP=… F…
```

Significado

G1:	Interpolação linear (interpolação linear com avanço)
X... Y... Z...:	Ponto final em coordenadas cartesianas
AP=...:	Ponto final em coordenadas polares, neste caso ângulo polar
RP=...:	Ponto final em coordenadas polares, neste caso raio polar
F...:	Velocidade de avanço em mm/min. A ferramenta desloca-se com avanço F em uma reta do atual ponto de partida até o ponto de destino programado. O ponto de destino especificamos em coordenadas cartesianas ou coordenadas polares. Nesta trajetória é usinada a peça de trabalho. Exemplo: G1 G94 X100 Y20 Z30 A40 F100 O ponto final em X, Y e Z é aproximado com avanço de 100 mm/min, o eixo rotativo A é movimentado como eixo sincronizado, de modo que todos os quatro movimentos sejam cessados ao mesmo tempo.

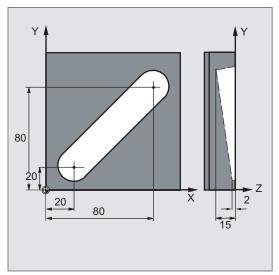
Indicação

`G1` é ativado modalmente.

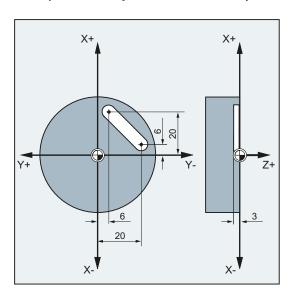
Para usinagem deve ser realizada a especificação da rotação do fuso `S` e o sentido de giro do fuso `M3`/`M4`.

Com o `FGROUP` podem ser definidos grupos de eixos que são aplicados para o avanço de trajetória `F`. Mais informações sobre este assunto estão disponíveis no capítulo "Comportamento de percurso".

Exemplos

Exemplo 1: Produção de uma ranhura (fresamento)

A ferramenta desloca-se do ponto de partida ao ponto final no sentido X/Y. Ao mesmo tempo é executado o movimento de penetração em Z.

Código de programa	Comentário
`N10 G17 S400 M3`	`; Seleção do plano de trabalho, fuso à direita`
`N20 G0 X20 Y20 Z2`	`; Aproximação da posição de partida`
`N30 G1 Z-2 F40`	`; Penetração da ferramenta`
`N40 X80 Y80 Z-15`	`; Deslocamento em uma reta inclinada`
`N50 G0 Z100 M30`	`; Afastamento para troca de ferramentas`

Exemplo 2: Produção de uma ranhura (torneamento)

Código de programa	Comentário
N10 G17 S400 M3	; Seleção do plano de trabalho, fuso à direita
N20 G0 X40 Y-6 Z2	; Aproximação da posição de partida
N30 G1 Z-3 F40	; Penetração da ferramenta
N40 X12 Y-20	; Deslocamento em uma reta inclinada
N50 G0 Z100 M30	; Afastamento para troca de ferramentas

9.6 Interpolação circular

9.6.1 Tipos de interpolação circular (G2/G3, ...)

Opções de movimentos circulares para programar

O comando oferece uma série de opções para programação de movimentos circulares. Com isso é possível, de forma prática, converter diretamente qualquer tipo de cota do desenho. O movimento circular é descrito pelo(a):

- Centro e ponto final em dimensões absolutas ou incrementais (como padrão)
- Raio e ponto final em coordenadas cartesianas
- Ângulo de abertura e ponto final em coordenadas cartesianas ou centro sob os endereços
- Coordenadas polares com o ângulo polar AP= e o raio polar RP=
- Ponto intermediário e ponto final
- Ponto final e sentido da tangente no ponto de partida

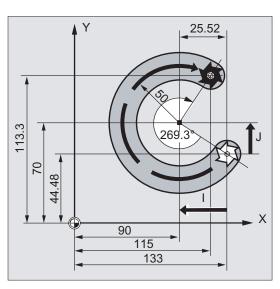
Sintaxe

`G2/G3 X… Y… Z…`	
`I=AC(…) J=AC(…) K=AC(…)` ;	Centro e ponto final absoluto relativo ao ponto zero da peça
`G2/G3 X… Y… Z… I… J… K…` ;	Centro em dimensão incremental relativo ao ponto inicial do círculo
`G2/G3 X… Y… Z… CR=…` ;	Raio do círculo CR= e ponto final do círculo em coordenadas cartesianas X..., Y..., Z...
`G2/G3 X… Y… Z… AR=…` ;	Ângulo de abertura R= e ponto final em coordenadas cartesianas X..., Y..., Z...
`G2/G3 I… J… K… AR=…` ;	Ângulo de abertura AR= centro sob os endereços I..., J..., K...
`G2/G3 AP=… RP=…` ;	Coordenadas polares do ângulo polar AP= e do raio polar RP=
`CIP X… Y… Z… I1=AC(…) J1=AC(…) K1=(AC…)` ;	Ponto intermediário sob os endereços I1=, J1=, K1=
`CT X… Y… Z…` ;	Círculo por ponto de partida e ponto final e o sentido da tangente no ponto de partida

Significado

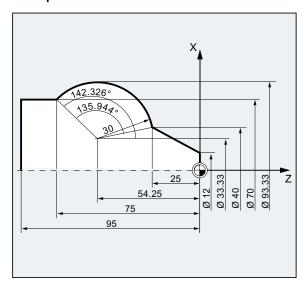
`G2`:	Interpolação circular em sentido horário
`G3`:	Interpolação circular em sentido anti-horário
`CIP`:	Interpolação circular através do ponto intermediário
`CT`:	Círculo com transição tangencial define o círculo
`X Y Z` :	Ponto final em coordenadas cartesianas
`I J K` :	Centro do círculo em coordenadas cartesianas no sentido X, Y, Z
`CR=` :	Raio do círculo
`AR=` :	Ângulo de abertura
`AP=` :	Ponto final em coordenadas polares, neste caso ângulo polar
`RP=` :	Ponto final em coordenadas polares, neste caso raio polar que corresponde ao raio do círculo
`I1= J1= K1=` :	Ponto intermediário em coordenadas cartesianas no sentido X, Y, Z

Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Nas seguintes linhas de programa encontramos um exemplo de entrada para cada possibilidade de programação de círculo. As dimensões aqui requisitadas encontramos no desenho de produção indicado ao lado.

Código de programa	Comentário
`N10 G0 G90 X133 Y44.48 S800 M3`	`; Aproximação do ponto de partida`
`N20 G17 G1 Z-5 F1000`	`; Penetração da ferramenta`
`N30 G2 X115 Y113.3 I-43 J25.52`	`; Ponto final do círculo, centro em dimensão incremental`
`N30 G2 X115 Y113.3 I=AC(90) J=AC(70)`	`; Ponto final do círculo, centro em dimensão absoluta`
`N30 G2 X115 Y113.3 CR=-50`	`; Ponto final do círculo, raio do círculo`

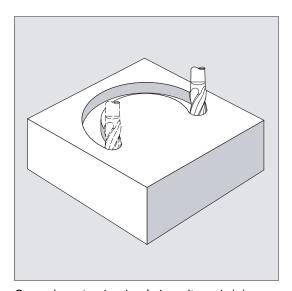
Código de programa		Comentário
N30 G2 AR=269.31 I-43 J25.52	;	Ângulo de abertura, centro em dimensão incremental
N30 G2 AR=269.31 X115 Y113.3	;	Ângulo de abertura, ponto final do círculo
N30 N30 CIP X80 Y120 Z-10	;	Ponto final do círculo e ponto intermediário:
I1=IC(-85.35) J1=IC(-35.35) K1=-6	;	Coordenadas para todos 3 eixos geométricos
N40 M30	;	Fim do programa

Exemplo 2: Torneamento

Código de programa		Comentário
N.. ...		
N120 G0 X12 Z0		
N125 G1 X40 Z-25 F0.2		
N130 G3 X70 Y-75 I-3.335 K-29.25	;	Ponto final do círculo, centro em dimensão incremental
N130 G3 X70 Y-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25)	;	Ponto final do círculo, centro em dimensão absoluta
N130 G3 X70 Z-75 CR=30	;	Ponto final do círculo, raio do círculo
N130 G3 X70 Z-75 AR=135.944	;	Ângulo de abertura, ponto final do círculo
N130 G3 I-3.335 K-29.25 AR=135.944	;	Ângulo de abertura, centro em dimensão incremental
N130 G3 I=AC(33.33) K=AC(-54.25) AR=135.944	;	Ângulo de abertura, centro em dimensão absoluta
N130 G111 X33.33 Z-54.25	;	Coordenadas polares
N135 G3 RP=30 AP=142.326	;	Coordenadas polares

Código de programa	Comentário
N130 CIP X70 Z-75 I1=93.33 K1=-54.25	; Arco com ponto intermediário e ponto final
N140G1 Z-95	
N.. ...	
N40 M30	; Fim do programa

9.6.2 Interpolação circular com centro e ponto final (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...)

Função

A interpolação circular permite a produção de círculos inteiros ou arcos.

O movimento circular é descrito pelo(a):

- ponto final em coordenadas cartesianas X, Y, Z e
- centro do círculo sob os endereços I, J, K.

Se um círculo for programado com centro, mas sem programar um ponto final, então o resultado será um círculo inteiro.

Sintaxe

```
G2/G3 X… Y… Z… I… J… K…
G2/G3 X… Y… Z… I=AC(…) J=AC(…) K=(AC…)
```

Significado

`G2`:	Interpolação circular em sentido horário
`G3`:	Interpolação circular em sentido anti-horário
`X Y Z` :	Ponto final em coordenadas cartesianas
`I`:	Coordenada do centro do círculo no sentido X
`J`:	Coordenada do centro do círculo no sentido Y
`K`:	Coordenada do centro do círculo no sentido Z
`=AC(…)`:	Especificação de dimensão absoluta (ativa por blocos)

Indicação

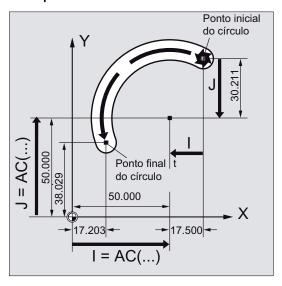
`G2` e `G3` estão ativos modalmente.

Os pré-ajustes `G90`/`G91` de dimensão absoluta/incremental apenas são aplicados no ponto final do círculo.

Como padrão, as coordenadas do centro `I`, `J`, `K` são especificadas em dimensões incrementais relativas ao ponto inicial do círculo.

A indicação absoluta do centro relativa ao ponto zero da peça por bloco é programada através de: `I=AC(…)`, `J=AC(…)`, `K=AC(…)`. Um parâmetro de interpolação `I`, `J`, `K` de valor 0 pode ser descartado, em todo caso o respectivo segundo parâmetro deve ser especificado.

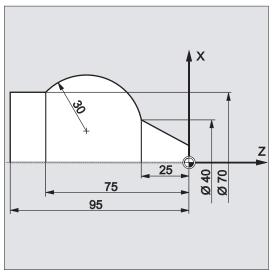
Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Indicação do centro em dimensão incremental

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I-17.5 J-30.211 F500
```

Indicação do centro em dimensão absoluta

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I=AC(50) J=AC(50)
```

Exemplo 2: Torneamento

Indicação do centro em dimensão incremental

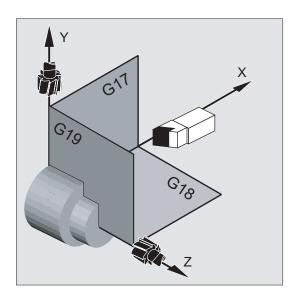
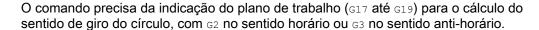
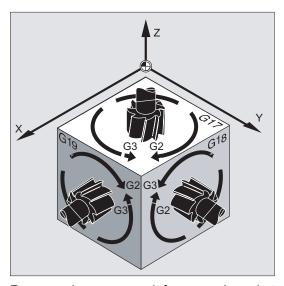
```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I-3.335 K-29.25
N135 G1 Z-95
```

Indicação do centro em dimensão absoluta

```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25)
N135 G1 Z-95
```

Outras informações

Indicação do plano de trabalho

O comando precisa da indicação do plano de trabalho (`G17` até `G19`) para o cálculo do sentido de giro do círculo, com `G2` no sentido horário ou `G3` no sentido anti-horário.

Recomenda-se sempre informar o plano de trabalho.

Exceção:

Também podemos produzir círculos fora do plano de trabalho selecionado (não para indicação de ângulo de abertura e linha helicoidal). Neste caso são os endereços de eixo, que indicamos como ponto final do círculo, que definirão o plano de trabalho.

Avanço programado

Com `FGROUP` pode-se definir quais eixos devem ser deslocados com o avanço programado. Para mais informações, veja o capítulo "Comportamento de percurso".

9.6.3 Interpolação circular com raio e ponto final (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., CR)

Função

O movimento circular é descrito pelo(a):

- Raio do círculo `CR=`e
- Ponto final em coordenadas cartesianas `X`, `Y`, `Z`.

Além do raio do círculo também devemos indicar com o sinal +/- se o ângulo de deslocamento deve ser maior ou menor que 180°. Um sinal positivo pode ser desconsiderado.

Indicação

Não existe nenhuma restrição prática para o tamanho do raio máximo programável.

Sintaxe

```
G2/G3 X… Y… Z… CR=
G2/G3 I… J… K… CR=
```

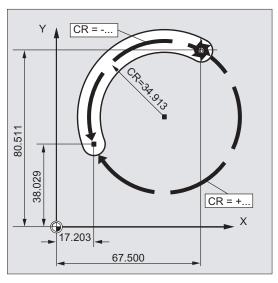
Significado

`G2`:	Interpolação circular em sentido horário
`G3`:	Interpolação circular em sentido anti-horário
`X Y Z` :	Ponto final em coordenadas cartesianas. Estas indicações depende dos comandos de curso G90/G91 e ...=AC(...)/...=IC(..)
`I J K` :	Centro do círculo em coordenadas cartesianas (no sentido X, Y, Z) Onde: I: Coordenada do centro do círculo no sentido X J: Coordenada do centro do círculo no sentido Y K: Coordenada do centro do círculo no sentido Z
`CR=` :	Raio do círculo Onde: CR=+…: Ângulo menor ou igual a 180° CR=–…: Ângulo maior que 180°

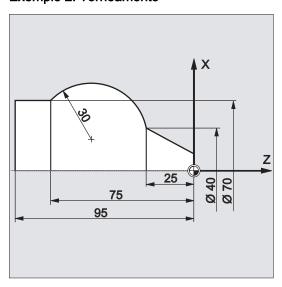
Indicação

Neste procedimento não precisamos indicar o centro. Os círculos inteiros (ângulo de deslocamento de 360°) não devem ser programados com `CR=`, mas através de ponto final do círculo e parâmetro de interpolação.

Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Código de programa

```
N10 G0 X67.5 Y80.511
N20 G3 X17.203 Y38.029 CR=34.913 F500
...
```

Exemplo 2: Torneamento

Código de programa

```
...
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 CR=30
N135 G1 Z-95
...
```

9.6.4 Interpolação circular com ângulo de abertura e centro (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR)

Função

O movimento circular é descrito pelo(a):

- ângulo de abertura AR= **e**
- ponto final em coordenadas cartesianas X, Y, Z **ou**
- centro do círculo sob os endereços I, J, K

Sintaxe

```
G2/G3 X… Y… Z… AR=
G2/G3 I… J… K… AR=
```

Significado

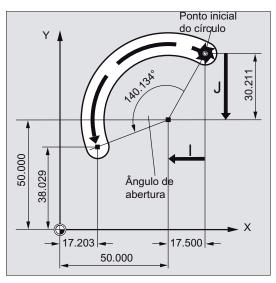
`G2`:	Interpolação circular em sentido horário
`G3`:	Interpolação circular em sentido anti-horário
`X Y Z`:	Ponto final em coordenadas cartesianas
`I J K`:	Centro do círculo em coordenadas cartesianas (no sentido X, Y, Z) Onde: I: Coordenada do centro do círculo no sentido X J: Coordenada do centro do círculo no sentido Y K: Coordenada do centro do círculo no sentido Z
`AR=`:	Ângulo de abertura, faixa de valores de 0° a 360°
`=AC(…)`:	Especificação de dimensão absoluta (ativa por blocos)

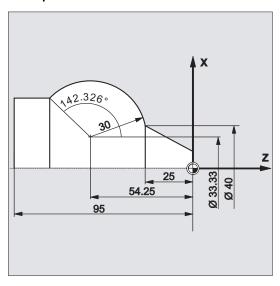
Indicação

Os círculos inteiros (ângulo de deslocamento de 360°) não podem ser programados com AR=, mas devem ser programados através de ponto final do círculo e parâmetro de interpolação. Como padrão, as coordenadas do centro I, J, K são especificadas em dimensões incrementais relativas ao ponto inicial do círculo.

A indicação absoluta do centro relativa ao ponto zero da peça por bloco é programada através de: I=AC(…), J=AC(…), K=AC(…). Um parâmetro de interpolação I, J, K de valor 0 pode ser descartado, em todo caso o respectivo segundo parâmetro deve ser especificado.

Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Código de programa
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 AR=140.134 F500
N20 G3 I-17.5 J-30.211 AR=140.134 F500

Exemplo 2: Torneamento

Código de programa
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 AR=135.944
N130 G3 I-3.335 K-29.25 AR=135.944
N130 G3 I=AC(33.33) K=AC(-54.25) AR=135.944
N135 G1 Z-95

9.6.5 Interpolação circular com coordenadas polares (G2/G3, AP, RP)

Função

O movimento circular é descrito pelo(a):

- ângulo polar AP=...
- e pelo raio polar RP=...

Aqui aplica-se o seguinte acordo:

- O pólo está no centro do círculo.
- O raio polar corresponde ao raio do círculo.

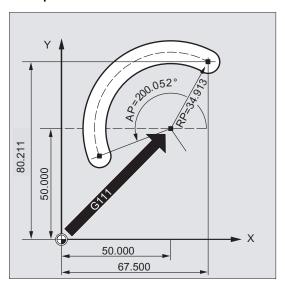
Sintaxe

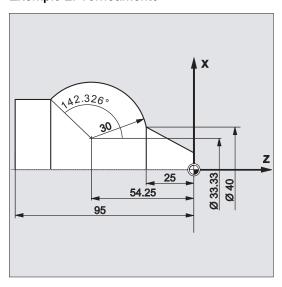
```
G2/G3 AP= RP=
```

Significado

`G2`:	Interpolação circular em sentido horário
`G3`:	Interpolação circular em sentido anti-horário
`X Y Z` :	Ponto final em coordenadas cartesianas
`AP=` :	Ponto final em coordenadas polares, neste caso ângulo polar
`RP=` :	Ponto final em coordenadas polares, neste caso raio polar que corresponde ao raio do círculo

Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Código de programa
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G111 X50 Y50
N30 G3 RP=34.913 AP=200.052 F500

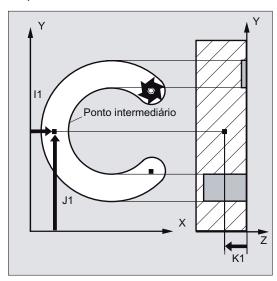
Exemplo 2: Torneamento

Código de programa
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G111 X33.33 Z-54.25
N135 G3 RP=30 AP=142.326
N140 G1 Z-95

9.6.6 Interpolação circular com ponto intermediário e ponto final (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...)

Função

Com `CIP` podemos programar arcos que também podem estar inclinados no espaço. Neste caso descrevemos o ponto intermediário e o ponto final com três coordenadas.

O movimento circular é descrito pelo(a):

- ponto intermediário sob os endereços I1=, J1=, K1= e
- ponto final em coordenadas cartesianas X, Y, Z.

O sentido de deslocamento resulta da sequência ponto inicial, ponto intermediário e ponto final.

Sintaxe

```
CIP X… Y… Z… I1=AC(…) J1=AC(…) K1=(AC…)
```

Significado

`CIP`:	Interpolação circular através do ponto intermediário
`X Y Z` :	Ponto final em coordenadas cartesianas. Estas indicações depende dos comandos de curso G90/G91 e ...=AC(...)/...=IC(..)
`I1= J1= K1=` :	Centro do círculo em coordenadas cartesianas (no sentido X, Y, Z) Onde: `I1`: Coordenada do centro do círculo no sentido X `J1`: Coordenada do centro do círculo no sentido Y `K1`: Coordenada do centro do círculo no sentido Z
`=AC(…)`:	Especificação de dimensão absoluta (ativa por blocos)
`=IC(…)`:	Especificação de dimensão incremental (ativa por blocos)

Indicação

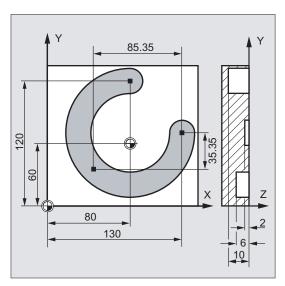
O `CIP` é ativado modalmente.

Especificação em dimensões absolutas e incrementais

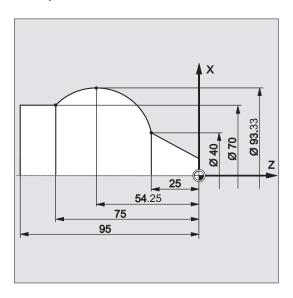
Os pré-ajustes G90/G91 de dimensão absoluta/incremental apenas são aplicados no ponto intermediário e no ponto final do círculo.

No G91 como referência para o ponto intermediário e o ponto final é aplicado o ponto inicial do círculo.

Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Para produzir uma ranhura circular inclinada no espaço descreve-se um círculo através da indicação de ponto intermediário com 3 parâmetros de interpolação e do ponto final também com 3 coordenadas.

Código de programa	Comentário
N10 G0 G90 X130 Y60 S800 M3	; Aproximação do ponto de partida.
N20 G17 G1 Z-2 F100	; Penetração da ferramenta.
N30 CIP X80 Y120 Z-10	; Ponto final do círculo e ponto intermediário.
I1= IC(-85.35)J1=IC(-35.35) K1=-6	; Coordenadas para todos 3 eixos geométricos.
N40 M30	; Fim do programa.

Exemplo 2: Torneamento

```
Código de programa
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 CIP X70 Z-75 I1=IC(26.665) K1=IC(-29.25)
N130 CIP X70 Z-75 I1=93.33 K1=-54.25
N135 G1 Z-95
```

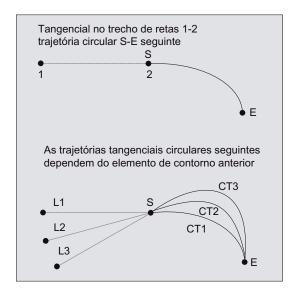
9.6.7 Interpolação circular com transição tangencial (CT, X... Y... Z...)

Função

A função de círculo tangencial é uma extensão da programação de círculos.

Neste caso o círculo é definido através do(a):

- ponto de partida e ponto final e
- do sentido da tangente no ponto de partida.

Com o código G, o `CT`, é gerado um arco que fecha tangencialmente com o elemento de contorno programado anteriormente.

Definição do sentido da tangente

O sentido da tangente no ponto de partida de um bloco CT é definido a partir da tangente final do contorno programado do último bloco anterior com um movimento de deslocamento.

Entre este bloco e o atual bloco pode haver um número qualquer de blocos sem informação de deslocamento.

Sintaxe

```
CT X… Y… Z…
```

Significado

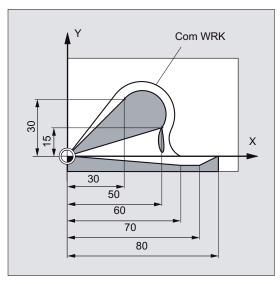
`CT`:	Círculo com transição tangencial
`X... Y... Z...`:	Ponto final em coordenadas cartesianas

Indicação

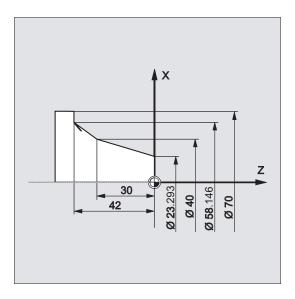
O `CT` é ativado modalmente.

Normalmente definido de forma clara através do sentido da tangente assim como do ponto de partida e do ponto final do círculo.

Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Fresamento de arco com CT na ligação com o trecho da reta.

Código de programa	Comentário
N10 G0 X0 Y0 Z0 G90 T1 D1	
N20 G41 X30 Y30 G1 F1000	; Ativação do WRK.
N30 CT X50 Y15	; Programação de círculo com transição tangencial.
N40 X60 Y-5	
N50 G1 X70	
N60 G0 G40 X80 Y0 Z20	
N70 M30	

Exemplo 2: Torneamento

Código de programa	Comentário
`N110 G1 X23.293 Z0 F10`	
`N115 X40 Z-30 F0.2`	
`N120 CT X58.146 Z-42`	`; Programação de círculo com transição tangencial.`
`N125 G1 X70`	

Outras informações

Splines

Em Splines o sentido tangencial é definido através da reta através dos últimos dois pontos. Este sentido, com o ENAT ou EAUTO ativo em A-Splines e C-Splines, geralmente não é idêntico com o sentido no ponto final da Spline.

A transição de B-Splines sempre é tangencial, onde o sentido da tangente é definido como na A-Spline e C-Spline e ETAN ativo.

Mudança de Frames

Quando ocorre uma mudança de Frames entre o bloco que define a tangente e um bloco CT, a tangente fica submetida a esta mudança.

Caso limite

Se o prolongamento da tangente de partida percorrer além do ponto final, então no lugar de um círculo é gerada uma linha reta (caso limite de um círculo com raio infinito). Neste caso especial o TUNR não pode ser programado ou ele deve ser TURN=0.

Indicação

No caso de aproximação deste caso limite resultarão círculos com um raio de tamanho qualquer, de modo que com TURN diferente de 0 normalmente é cancelada a usinagem e é gerado um alarme em função da violação do limite de software.

Posição do plano do círculo

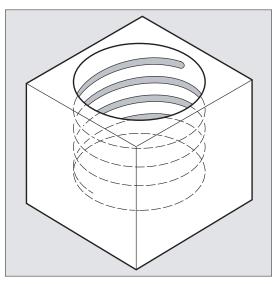
A posição do plano do círculo está em função do plano ativo (G17-G19).

Se a tangente do bloco anterior não estiver no plano ativo, então sua projeção será utilizada no plano ativo.

Se o ponto de partida e o ponto final não possuem o mesmo componente de posição vertical ao plano ativo, será gerada uma espiral ao invés de um círculo.

9.7 Interpolação helicoidal (G2/G3, TURN)

Função

A interpolação de linha helicoidal (interpolação de espirais) permite, por exemplo, a produção de roscas ou ranhuras de lubrificação.

Na interpolação de linha helicoidal dois movimentos são executados de forma sobreposta e paralela:

- um movimento circular plano, que
- é sobreposto por um movimento linear vertical.

Sintaxe

```
G2/G3 X… Y… Z… I… J… K… TURN=
G2/G3 X… Y… Z… I… J… K… TURN=
G2/G3 AR=… I… J… K… TURN=
G2/G3 AR=… X… Y… Z… TURN=
G2/G3 AP… RP=… TURN=
```

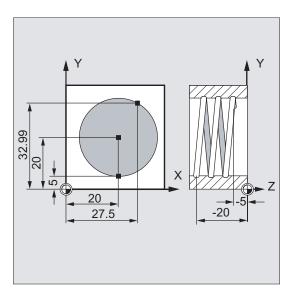
Significado

`G2`:	Deslocamento em uma trajetória circular em sentido horário
`G3`:	Deslocamento em uma trajetória circular em sentido anti-horário
`X Y Z` :	Ponto final em coordenadas cartesianas
`I J K` :	Centro do círculo em coordenadas cartesianas
`AR`:	Ângulo de abertura
`TURN=` :	Número de passagens adicionais de círculo na faixa de 0 a 999
`AP=` :	Ângulo polar
`RP=` :	Raio polar

Indicação

`G2` e `G3` estão ativos modalmente.

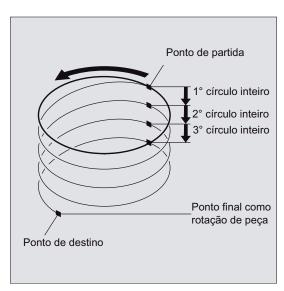
O movimento circular é executado nos eixos que forem definidos através da indicação do plano de trabalho.

Exemplo

Código de programa	Comentário
`N10 G17 G0 X27.5 Y32.99 Z3`	; Aproximação da posição de partida.
`N20 G1 Z-5 F50`	; Penetração da ferramenta.
`N30 G3 X20 Y5 Z-20 I=AC(20) J=AC(20) TURN=2`	; Linha helicoidal com os dados: Execução de círculos inteiros a partir da posição de partida 2, depois aproximação do ponto final.
`N40 M30`	; Fim do programa.

Outras informações

Seqüência de movimentos

1. Aproximação do ponto de partida
2. Execução de círculos inteiros programados com `TURN=`.
3. Aproximação do ponto final do círculo, p. ex. como rotação de peça.
4. Execução do ponto 2 e 3 através da profundidade de penetração.

Através do número de círculos inteiros mais o ponto final do círculo (executado através da profundidade de penetração) resulta o passo com que a linha helicoidal deve ser produzida.

Programação do ponto final da interpolação helicoidal

Para explicações detalhadas dos parâmetros de interpolação, veja sobre interpolação circular.

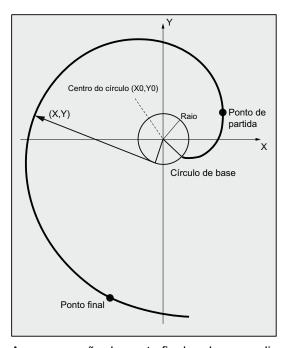
Avanço programado

Na interpolação helicoidal recomenda-se a indicação de uma correção de avanço (`CFC`) programada. Com `FGROUP` pode-se definir quais eixos devem ser deslocados com o avanço programado. Para mais informações, veja o capítulo "Comportamento de percurso".

9.8 Interpolação de evolventes (INVCW, INVCCW)

Função

A evolvente do círculo é uma curva que é descrita pelo fio desenvolvido de um círculo que é fixo em um ponto final.

A interpolação de evolventes possibilita a criação de curvas de percurso ao longo de uma evolvente. Ela é executada no plano onde está definido o círculo de base e percorre do ponto de partida programado até o ponto final programado.

A programação do ponto final pode ser realizado de duas formas:

1. Diretamente através de coordenadas cartesianas
2. Indiretamente através da indicação de um ângulo de abertura (para isso veja a programação do ângulo de abertura na programação de círculos)

Se o ponto de partida e o ponto final não estiverem no plano do círculo de base, teremos como resultado uma sobreposição à uma curva no espaço, de forma análoga à interpolação de linha helicoidal em círculos.

Com a especificação adicional de percursos verticais ao plano ativo pode ser percorrida uma evolvente no espaço (comparável à interpolação de linha helicoidal em círculos).

Sintaxe

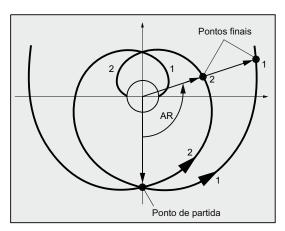
```
INVCW X... Y... Z... I... J... K... CR=...
INVCCW X... Y... Z... I... J... K... CR=...
INVCW I... J... K... CR=... AR=...
INVCCW I... J... K... CR=... AR=...
```

Significado

`INVCW`:	Comando para deslocar sobre uma evolvente em sentido horário
`INVCCW`:	Comando para deslocar sobre uma evolvente em sentido anti-horário
`X... Y... Z...`:	Programação direta do ponto final em coordenadas cartesianas
`I... J... K...`:	Parâmetro de interpolação para descrição do centro do círculo de base em coordenadas cartesianas **Nota:** As indicações das coordenadas referem-se ao ponto de partida da evolvente.
`CR=...`:	Raio do círculo de base
`AR=...`:	Programação indireta do ponto final através da indicação de um ângulo de abertura (ângulo de giro) A origem do ângulo de abertura é a reta do centro do círculo até o ponto de partida. `AR` > 0: A trajetória nas evolventes se afasta do círculo de base. `AR` < 0: A trajetória nas evolventes se aproxima do círculo de base. Para AR < 0 o ângulo de giro máximo está limitado, de modo que o ponto final sempre deve estar fora do círculo de base.

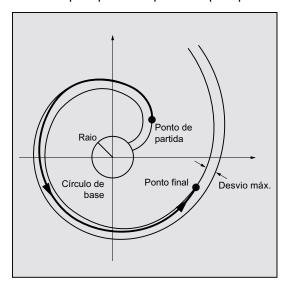
Programação indireta do ponto final através da indicação de um ângulo de abertura

ATENÇÃO
Na programação indireta do ponto final através da indicação de um ângulo de abertura `AR` deve-se considerar o sinal do ângulo, pois uma inversão de sinais resulta em uma outra evolvente e consequentemente outra trajetória.

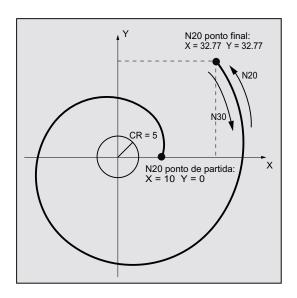
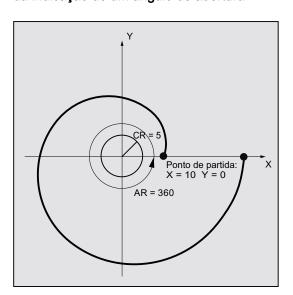
Isto pode ser observado claramente no seguinte exemplo:

Nas evolventes 1 e 2 coincidem as indicações de raio e centro do círculo de base, assim como a indicação do ponto de partida e do sentido de giro (`INVCW` / `INVCCW`). A única diferença está no sinal do ângulo de abertura:

- Com AR > 0 a trajetória se move na evolvente 1 e é aproximado o ponto final 1.
- Com AR < 0 a trajetória se move na evolvente 2 e é aproximado o ponto final 2.

Condições gerais

- Tanto o ponto de partida como o ponto final devem estar fora da superfície do círculo de base da evolvente (círculo com raio CR no centro definido com I, J e K). Se esta condição não for preenchida, será gerado um alarme e cancelado o processamento do programa.
- As duas possibilidades de programação do ponto final (diretamente por coordenadas cartesianas ou indiretamente através da indicação de um ângulo de abertura) excluem uma à outra. Por isso que em um bloco deve ser utilizada apenas uma das duas opções de programação.
- Se o ponto final programado não estiver exatamente nas evolventes definidas pelo ponto de partida e pelo círculo de base, então haverá interpolação entre as evolventes definidas pelo ponto de partida e pelo ponto final (veja a figura a seguir).

O desvio máximo do ponto final é definido por um dado de máquina (→ Fabricante da máquina!). Se o desvio do ponto final programado em sentido radial for maior do que o valor definido através deste dado de máquina, então é gerado um alarme e cancelado o processamento do programa.

Exemplos

Exemplo 1: Evolvente de giro à esquerda do ponto de partida até o ponto final programado e retorna novamente como evolvente de giro à direita

Código de programa	Comentário
N10 G1 X10 Y0 F5000	; Aproximação da posição de partida.
N15 G17	; Seleção do plano X/Y como plano de trabalho.
N20 INVCCW X32.77 Y32.77 CR=5 I-10 J0	; Evolvente no sentido anti-horário, ponto final em coordenadas cartesianas.
N30 INVCW X10 Y0 CR=5 I-32.77 J-32.77	; Evolvente no sentido horário, o ponto de partida é o ponto final do N20, o novo ponto final é o ponto de partida do N20, o novo centro de círculo tem como referência o novo ponto de partida e é igual ao antigo centro de círculo.
...	

Exemplo 2: Evolvente de giro à esquerda com programação indireta do ponto final através da indicação de um ângulo de abertura

Código de programa	Comentário
N10 G1 X10 Y0 F5000	; Aproximação da posição de partida.
N15 G17	; Seleção do plano X/Y como plano de trabalho.
N20 INVCCW CR=5 I-10 J0 AR=360	; Evolvente no sentido horário e que se afasta do círculo de base (pois foi indicado ângulo positivo) com um giro inteiro (360 graus).
...	

Literatura

Para mais informações sobre a relação da interpolação de evolventes com dados de máquina e condições gerais, veja:

Manual de funções básicas; Diversas interfaces NC/PLC e funções (A2), capítulo: "Ajustes para interpolação de evolventes"

9.9 Definições de contorno

9.9.1 Informações gerais sobre sucessões de elementos de contorno

Função

A programação de sucessões de elementos de contorno serve para a especificação rápida de simples contornos.

Podem ser programadas sucessões de elementos de contorno com 1, 2, 3 ou mais pontos com os elementos de transição chanfro ou arredondamento através da indicação de coordenadas cartesianas e / ou ângulos.

Nos blocos que descrevem as sucessões de elementos de contorno podem ser utilizados outros endereços NC como p. ex. letras de endereço para outros eixos (eixos individuais ou eixos perpendiculares ao plano de usinagem), funções auxiliares, códigos G, velocidades, etc.

Indicação

Processador de contornos

A programação de sucessão de elementos de contorno também pode ser realizada de forma bem simples com a ajuda da calculadora de contornos. Aqui trata-se de uma ferramenta da interface de operação que permite a programação e representação gráfica de contornos de peça simples e complexos. Os contornos programados através da calculadora de contornos são incorporados no programa de peça.

Literatura:
Manual de operação

Parametrização

Os identificadores para ângulo, raio e chanfro são definidos através de dados de máquina:

MD10652 $MN_CONTOUR_DEF_ANGLE_NAME (nome do ângulo para sucessões de elementos de contorno)

MD10654 $MN_RADIUS_NAME (nome do raio para sucessões de elementos de contorno)

MD10656 $MN_CHAMFER_NAME (nome do chanfro para sucessões de elementos de contorno)

Indicação

Veja as informações do fabricante da máquina.

9.9.2 Sucessões de elementos de contorno: Uma reta (ANG)

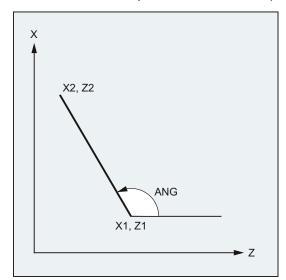
Indicação

Na seguinte descrição parte-se do princípio de que:

- O G18 está ativo (⇒ o plano de trabalho ativo é o plano Z/X).
  (Todavia a programação de sucessões de elementos de contorno também é possível sem restrições no G17 ou G19.)
- Para ângulo, raio e chanfro foram definidos os seguintes identificadores:
  - ANG (ângulo)
  - RND (raio)
  - CHR (chanfro)

Função

O ponto final das retas é definido através dos seguintes dados:

- Ângulo ANG
- **Uma** coordenada de ponto final cartesiana (X2 ou Z2)

ANG:	Ângulo das retas
X1, Z1:	Coordenadas de início
X2, Z2:	Coordenadas de ponto final das retas

Sintaxe

```
X… ANG=…
Z… ANG=…
```

Significado

`X...`:	Coordenada de ponto final no sentido X
`Z...`:	Coordenada de ponto final no sentido Z
`ANG`:	Identificador para programação de ângulo O valor especificado (ângulo) é relativo à abscissa do plano de trabalho ativo (eixo Z no `G18`).

Exemplo

Código de programa	**Comentário**
`N10 X5 Z70 F1000 G18`	`; Aproximação da posição de partida`
`N20 X88.8 ANG=110`	`; Reta com indicação de ângulo`
`N30 ...`	

Ou seja:

Código de programa	**Comentário**
`N10 X5 Z70 F1000 G18`	`; Aproximação da posição de partida`
`N20 Z39.5 ANG=110`	`; Reta com indicação de ângulo`
`N30 ...`	

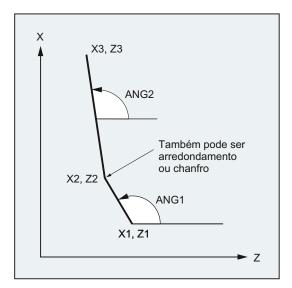
9.9.3 Sucessões de elementos de contorno: Duas retas (ANG)

Indicação

Na seguinte descrição parte-se do princípio de que:

- O G18 está ativo (⇒ o plano de trabalho ativo é o plano Z/X).
  (Todavia a programação de sucessões de elementos de contorno também é possível sem restrições no G17 ou G19.)
- Para ângulo, raio e chanfro foram definidos os seguintes identificadores:
  - ANG (ângulo)
  - RND (raio)
  - CHR (chanfro)

Função

O ponto final da primeira reta pode ser programado através da indicação das coordenadas cartesianas ou através da indicação do ângulo das duas retas. O ponto final da segunda reta sempre deve ser programado de modo cartesiano. A intersecção das duas retas pode ser executada como canto, arredondamento ou como chanfro.

ANG1:	Ângulo da primeira reta
ANG2:	Ângulo da segunda reta
X1, Z1:	Coordenadas de início da primeira reta
X2, Z2:	Coordenadas de ponto final da primeira reta e coordenadas de início da segunda reta
X3, Z3:	Coordenadas de ponto final da segunda reta

Sintaxe

1. Programação do ponto final da primeira reta através da indicação do ângulo

- Canto como transição entre as retas:

```
ANG=…
X… Z… ANG=…
```

- Arredondamento como transição entre as retas:

```
ANG=… RND=...
X… Z… ANG=…
```

- Chanfro como transição entre as retas:

```
ANG=… CHR=...
X… Z… ANG=…
```

2. Programação do ponto final da primeira reta através da indicação de coordenadas

- Canto como transição entre as retas:

```
X… Z…
X… Z…
```

- Arredondamento como transição entre as retas:

```
X… Z… RND=...
X… Z…
```

- Chanfro como transição entre as retas:

```
X… Z… CHR=...
X… Z…
```

Significado

ANG=... : Identificador para programação de ângulo

O valor especificado (ângulo) é relativo à abscissa do plano de trabalho ativo (eixo Z no G18).

RND=... : Identificador para programação de um arredondamento

O valor especificado corresponde ao raio do arredondamento:

CHR=... : Identificador para programação de um chanfro

O valor especificado corresponde à largura do chanfro no sentido de movimento:

X... : Coordenadas no sentido X

Z... : Coordenadas no sentido Z

Indicação

Para mais informações sobre a programação de um chanfro ou arredondamento, veja "Chanfro, arredondamento (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Página 271)".

Exemplo

Código de programa	Comentário
N10 X10 Z80 F1000 G18	; Aproximação da posição de partida.
N20 ANG=148.65 CHR=5.5	; Reta com indicação de ângulo e chanfro.
N30 X85 Z40 ANG=100	; Reta com indicação de ângulo e ponto final.
N40 ...	

9.9.4 Sucessões de elementos de contorno: Três retas (ANG)

Indicação

Na seguinte descrição parte-se do princípio de que:

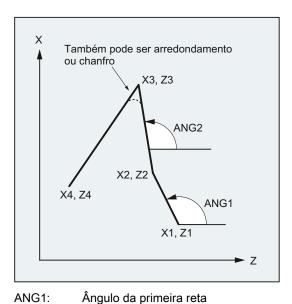
- O G18 está ativo (⇒ o plano de trabalho ativo é o plano Z/X).

  (Todavia a programação de sucessões de elementos de contorno também é possível sem restrições no G17 ou G19.)
- Para ângulo, raio e chanfro foram definidos os seguintes identificadores:
  - ANG (ângulo)
  - RND (raio)
  - CHR (chanfro)

Função

O ponto final da primeira reta pode ser programado através da indicação das coordenadas cartesianas ou através da indicação do ângulo das duas retas. O ponto final da segunda e terceira reta sempre deve ser programado de modo cartesiano. A intersecção das retas pode ser executada como canto, arredondamento ou como chanfro.

Indicação

A programação aqui explanada para uma sucessão de elementos de contorno de 3 pontos pode ser continuada para sucessões de elementos de contorno com mais de três pontos.

ANG1:	Ângulo da primeira reta
ANG2:	Ângulo da segunda reta
X1, Z1:	Coordenadas de início da primeira reta
X2, Z2:	Coordenadas de ponto final da primeira reta e coordenadas de início da segunda reta
X3, Z3:	Coordenadas de ponto final da segunda reta e coordenadas de início da terceira reta
X4, Z4:	Coordenadas de ponto final da terceira reta

Sintaxe

1. Programação do ponto final da primeira reta através da indicação do ângulo

- Canto como transição entre as retas:

```
ANG=…
X… Z… ANG=…
X… Z…
```

- Arredondamento como transição entre as retas:

```
ANG=… RND=...
X… Z… ANG=… RND=...
X… Z…
```

- Chanfro como transição entre as retas:

```
ANG=… CHR=...
X… Z… ANG=… CHR=...
X… Z…
```

2. Programação do ponto final da primeira reta através da indicação de coordenadas

- Canto como transição entre as retas:

```
X… Z…
X… Z…
X… Z…
```

- Arredondamento como transição entre as retas:

```
X… Z… RND=...
X… Z… RND=...
X… Z…
```

- Chanfro como transição entre as retas:

```
X… Z… CHR=...
X… Z… CHR=...
X… Z…
```

Significado

`ANG=...` : Identificador para programação de ângulo

O valor especificado (ângulo) é relativo à abscissa do plano de trabalho ativo (eixo Z no `G18`).

`RND=...` : Identificador para programação de um arredondamento

O valor especificado corresponde ao raio do arredondamento:

`CHR=...`: Identificador para programação de um chanfro

O valor especificado corresponde à largura do chanfro no sentido de movimento:

`X...`: Coordenadas no sentido X

`Z...`: Coordenadas no sentido Z

Indicação

Para mais informações sobre a programação de um chanfro ou arredondamento, veja " Chanfro, arredondamento (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) ".

Exemplo

Código de programa	Comentário
N10 X10 Z100 F1000 G18	; Aproximação da posição de partida
N20 ANG=140 CHR=7.5	; Reta com indicação de ângulo e chanfro
N30 X80 Z70 ANG=95.824 RND=10	; Reta no ponto intermediário com indicação de ângulo e arredondamento
N40 X70 Z50	; Reta no ponto final

9.9.5 Sucessões de elementos de contorno: Programação de ponto final com ângulo

Função

Se em um bloco NC aparecer a letra de endereço A, não se deve programar mais nenhum, um ou ambos eixos do plano ativo.

Número de eixos programados

- Se **nenhum eixo** do plano ativo foi programado, então trata-se do primeiro ou do segundo bloco de uma sucessão de elementos de contorno constituída por dois blocos.

  Quando se trata do segundo bloco de uma sucessão de elementos de contorno, significa que o ponto de partida e o ponto final são idênticos no plano ativo. A sucessão de elementos de contorno, em todo caso, é composta por um movimento vertical ao plano ativo.
- Se foi programado **exatamente um eixo** do plano ativo, trata-se de uma reta individual cujo ponto final é determinado claramente a partir do ângulo e da coordenada cartesiana programada, ou trata-se do segundo bloco de dois blocos da presente sucessão de elementos de contorno. No segundo caso, a coordenada faltante é definida igual à última posição (modal) alcançada.
- Se foram programados **dois eixos** do plano ativo, trata-se do segundo bloco de uma sucessão de elementos de contorno composta por dois blocos. Se o atual bloco não for precedido por um bloco com programação de ângulos e sem eixos programados do plano ativo, um destes blocos não será permitido.

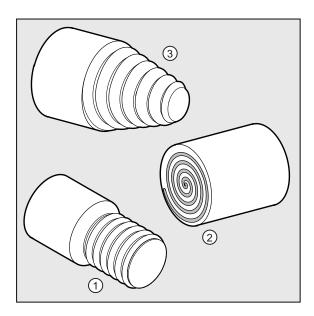
O ângulo A somente deve ser programado na interpolação linear ou na interpolação de Splines.

9.10 Rosqueamento com passo constante (G33)

9.10.1 Rosqueamento com passo constante (G33, SF)

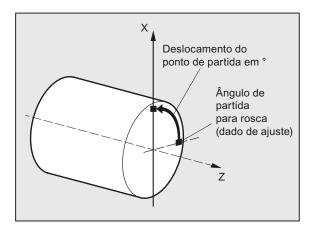
Função

Como `G33` podem ser executadas roscas com passo constante:

- Rosca cilíndrica ③
- Rosca transversal ②
- Rosca cônica ①

Indicação

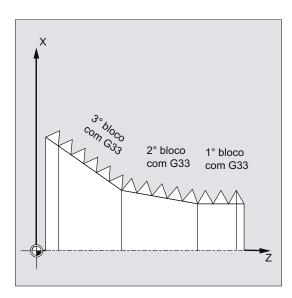
O requisito técnico para o rosqueamento com `G33` é um fuso com controle de rotação e com sistema de medição de curso.

Roscas de múltiplas entradas

Roscas de múltiplas entradas (roscas com cortes deslocados) podem ser produzidas através da indicação de um deslocamento do ponto de partida. A programação é realizada no bloco do `G33` sob o endereço `SF`.

Indicação

Se nenhum deslocamento do ponto de partida for especificado, será utilizado o "ângulo de partida para rosca" definido nos dados de ajuste.

Seqüência de roscas

Uma seqüência de roscas podem ser produzida através de vários blocos `G33` programados sucessivamente:

Indicação

Com o modo de controle da trajetória `G64` os blocos são concatenados mediante controle antecipado de velocidade, de modo que não sejam produzidos saltos de velocidade.

Sentido de giro da rosca

O sentido de giro da rosca é definida através do sentido de giro do fuso:

- O giro à direita M3 gera roscas direitas
- O giro à esquerdaM4 gera roscas esquerdas

Sintaxe

Rosca cilíndrica:

```
G33 Z… K…
G33 Z… K… SF=…
```

Rosca transversal:

```
G33 X… I…
G33 X… I… SF=…
```

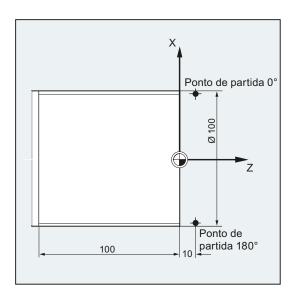
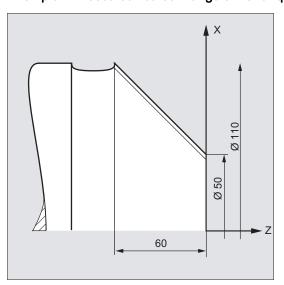
Rosca cônica:

```
G33 X… Z… K…
G33 X… Z… K… SF=…
G33 X… Z… I…
G33 X… Z… I… SF=…
```

Significado

G33:	Comando para rosqueamento com passo constante
X... Y... Z... :	Pontos finais em coordenadas cartesianas
I... :	Passo de rosca no sentido X
J... :	Passo de rosca no sentido Y
K... :	Passo de rosca no sentido Z
Z:	Eixo longitudinal
X:	Eixo transversal
Z... K... :	Comprimento e passo de rosca para roscas cilíndricas
X... I... :	Comprimento e passo para roscas transversais
I... ou K... :	Passo de rosca para roscas cônicas A indicação (I... ou K...) se orienta conforme o ângulo de conicidade: < 45°: O passo da rosca é especificado com K... (passo de rosca no sentido longitudinal). > 45°: O passo da rosca é especificado com I... (passo de rosca no sentido transversal). = 45°: O passo de rosca pode ser especificado com I... ou K....
SF=... :	Deslocamento do ponto de partida (necessário apenas em roscas com múltiplas entradas!) O deslocamento do ponto de partida é especificado como posição angular absoluta. Faixa de valores: 0.0000 a 359.999 graus

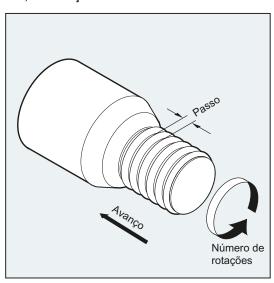
Exemplos

Exemplo 1: Rosca cilíndrica de duas entradas com deslocamento do ponto de partida a 180°

Código de programa	Comentário
N10 G1 G54 X99 Z10 S500 F100 M3	; Deslocamento de ponto zero, aproximação do ponto de partida, ligação do fuso.
N20 G33 Z-100 K4	; Rosca cilíndrica: Ponto final em Z
N30 G0 X102	; Retrocesso até a posição de partida.
N40 G0 Z10	
N50 G1 X99	
N60 G33 Z-100 K4 SF=180	; 2° corte: Deslocamento do ponto de partida a 180°
N70 G0 X110	; Afastamento da ferramenta.
N80 G0 Z10	
N90 M30	; Fim do programa.

Exemplo 2: Rosca cônica com ângulo menor que 45°

Código de programa	Comentário
N10 G1 X50 Z0 S500 F100 M3	; Aproximação do ponto de partida, ligação do fuso.
N20 G33 X110 Z-60 K4	; Rosca cônica: Ponto final em X e Z, indicação do passo da rosca com K... no sentido Z (visto que o ângulo de conicidade < 45°).
N30 G0 Z0 M30	; Afastamento, fim do programa.

Outras informações

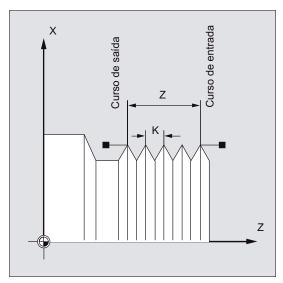
Avanço no rosqueamento com G33

O comando calcula, a partir da rotação programada do fuso e do passo da rosca, o avanço necessário com que a ferramenta de tornear será deslocada ao longo do comprimento da rosca em sentido longitudinal e em sentido transversal. O avanço `F` não é considerado no `G33`, a limitação na velocidade máxima do eixo (avanço rápido) é monitorada pelo comando.

Rosca cilíndrica

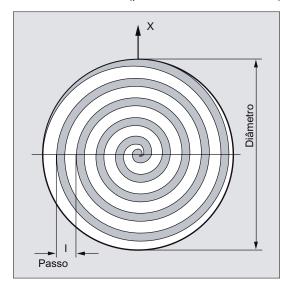
A rosca cilíndrica é descrita através do(a):

- Comprimento da rosca
- Passo da rosca

O comprimento da rosca é especificado com uma das coordenadas cartesianas X, Y ou Z em dimensão absoluta ou incremental (em tornos preferencialmente no sentido Z). Adicionalmente devem ser considerados os cursos de entrada e de saída onde o avanço é acelerado e reduzido.

O passo da rosca é especificado sob os endereços `I`, `J` e `K` (em tornos preferencialmente com `K`).

Rosca transversal

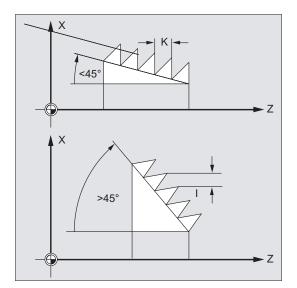
A rosca transversal é descrita através do(a):

- Diâmetro da rosca (preferencialmente no sentido X)
- Passo da rosca (preferencialmente com `I`)

Rosca cônica

A rosca cônica é descrita através do(a):

- Ponto final no sentido longitudinal e transversal (contorno cônico)
- Passo da rosca

O contorno cônico é especificado em coordenadas cartesianas X, Y e Z em dimensão de referência ou dimensão incremental, onde a usinagem em tornos é realizada preferencialmente no sentido X e Z. Adicionalmente devem ser considerados os cursos de entrada e de saída onde o avanço é acelerado e reduzido.

A indicação do passo está em função do ângulo de conicidade (ângulo entre o eixo longitudinal e a superfície envolvente):

9.10.2 Curso programado de entrada e de saída (DITS, DITE)

Função

Com os comandos `DITS` e `DITE` pode-se indicar a tampa da trajetória durante a aceleração e desaceleração, para que no caso de um curso de entrada/saída muito curto seja possível adaptar o avanço adequadamente:

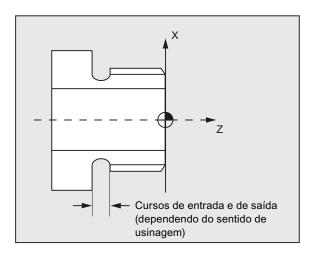
- Curso de entrada muito curto

  Por causa do rebordo na entrada da rosca existe pouco espaço para a rampa de início da ferramenta - por isso que ela deve ser especificada mais curta através do `DITS`.

- Curso de saída muito curto

  Por causa do rebordo na saída da rosca existe pouco espaço para a rampa de frenagem da ferramenta, onde existe **risco de colisão** entre a peça de trabalho e o corte (ferramenta).

  A rampa de frenagem da ferramenta pode ser especificada mais curta através do `DITE`. Mesmo assim ainda pode ocorrer uma colisão.

  Solução: Programação das roscas mais curtas, redução da rotação do fuso.

Sintaxe

```
DITS=<valor>
DITE=<valor>
```

Significado

`DITS`:	Definição do curso de entrada da rosca
`DITE`:	Definição do curso de saída da rosca
`<valor>`:	Especificação de valor para o curso de entrada e saída Faixa de valores: -1, 0, ... n

Indicação

Sob DITS e DITE são programados exclusivamente cursos, mas não posições.

Indicação

Aos comandos DITS e DITE está relacionado o dado de ajuste SD42010 $SC_THREAD_RAMP_DISP[0,1], no qual são registrados os cursos programados. Se não for programado nenhum curso de entrada/desaceleração antes do ou no primeiro bloco de rosca, então o curso será definido conforme o atual conteúdo do dado de ajuste SD42010.

Literatura:
Manual de funções básicas; Avanços (V1)

Exemplo

Código de programa	Comentário
...	
N40 G90 G0 Z100 X10 SOFT M3 S500	
N50 G33 Z50 K5 SF=180 DITS=1 DITE=3	; Início de regularização em Z=53.
N60 G0 X20	

Outras informações

Em um curso de entrada ou de saída muito curto o eixo da rosca é acelerado com mais força do que a projeção permite. O eixo então será sobrecarregado com aceleração.

Para a entrada de rosca é emitido o alarme 22280 "Curso de entrada programado muito curto" (na respectiva configuração no MD11411 $MN_ENABLE_ALARM_MASK). O alarme é apenas informativo e não tem nenhum efeito na execução do programa de peça.

Através do MD10710 $MN_PROG_SD_RESET_SAVE_TAB pode ser feito o ajuste para que o valor programado no programa de peça seja gravado no dado de ajuste correspondente com o RESET. Com isso os valores são mantidos além do Power On.

Indicação

O DITE atua no final da rosca como uma distância de suavização. Com isso se consegue modificar o movimento do eixo sem gerar solavancos.

Com a introdução de um bloco com o comando DITS e/ou DITE no interpolador, adota-se o curso programado em DITS no SD42010 $SC_THREAD_RAMP_DISP[0] e o curso programado em DITE no SD42010 $SC_THREAD_RAMP_DISP[1].

Para o curso de entrada/saída programado é aplicado o atual ajuste de indicação de dimensões (em polegadas/métrico).

9.11 Rosqueamento com passo crescente ou decrescente (G34, G35)

Função

Com os comandos G34 e G35 foi ampliada a funcionalidade do G33 com a possibilidade de utilizar o endereço F para programar uma variação adicional do passo da rosca. No caso do G34 é gerada uma adição linear, no caso do G35 é gerada uma redução linear do passo da rosca. Com isso os comandos G34 e G35 podem ser aplicados para produção de roscas auto-travantes.

Sintaxe

Rosca cilíndrica com passo crescente:
```
G34 Z… K… F...
```
Rosca cilíndrica com passo decrescente:
```
G35 Z… K… F...
```
Rosca transversal com passo crescente:
```
G34 X… I… F...
```
Rosca transversal com passo decrescente:
```
G35 X… I… F...
```
Rosca cônica com passo crescente:
```
G34 X… Z… K… F...
G34 X… Z… I… F...
```
Rosca cônica com passo decrescente:
```
G35 X… Z… K… F...
G35 X… Z… I… F...
```

Significado

G34:	Comando para rosqueamento com passo linear **crescente**
G35:	Comando para rosqueamento com passo linear **decrescente**
X... Y... Z...:	Pontos finais em coordenadas cartesianas
I...:	Passo de rosca no sentido X
J...:	Passo de rosca no sentido Y
K...:	Passo de rosca no sentido Z
F...:	Variação de passo de rosca

Se o passo inicial e o passo final de uma rosca forem conhecidos, então a mudança de passo da rosca a ser programada pode ser calculada a partir da seguinte fórmula:

$$F = \frac{k_e^2 - k_a^2}{2 * I_G} \text{ [mm/rot.}^2\text{]}$$

Onde:

k_a: Passo final de rosca (passo de rosca da coordenada de ponto de destino do eixo) [mm/rot.]

k_G: Passo inicial de rosca (programado sob I, J ou K) [mm/rot.]

I_G: Comprimento da rosca [mm]

Exemplo

Código de programa	Comentário
N1608 M3 S10	; Fuso ligado.
N1609 G0 G64 Z40 X216	; Aproximação do ponto de partida.
N1610 G33 Z0 K100 SF=R14	; Rosqueamento com passo constante (100 mm/rot.)
N1611 G35 Z-200 K100 F17.045455	; Redução de passo: 17.0454 mm/rot.2 Passo no fim do bloco: 50mm/rot.
N1612 G33 Z-240 K50	; Execução do bloco de rosca sem gerar solavancos.
N1613 G0 X218	
N1614 G0 Z40	
N1615 M17	

Literatura

Manual de funções básicas; Avanços (V1); capítulo: "Variação de passo de rosca linear progressiva/degressiva com G34 e G35"

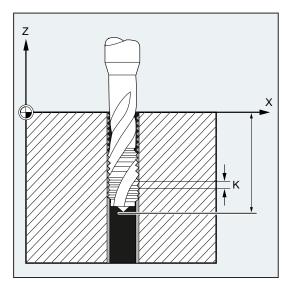
9.12 Rosqueamento com macho sem mandril de compensação (G331, G332)

Pré-requisito

O requisito técnico para o rosqueamento com macho sem mandril de compensação é o uso de um fuso com controle de posição através de sistema de medição de curso.

Função

O rosqueamento com macho sem mandril de programação é programado com os comandos `G331` e `G332`. Com isso o fuso preparado para o rosqueamento com macho, em modo de controle de posição e com sistema de medição, pode executar os seguintes movimentos:

- `G331`: Rosqueamento com macho com passo de rosca no sentido da furação até o ponto final
- `G332`: Movimento de retrocesso com o mesmo passo como no `G331`

As roscas à direita ou à esquerda são definidas pelo sinal indicado no passo:

- Passo positivo → giro à direita (como o `M3`)
- Passo negativo → giro à esquerda (como o `M4`)

A rotação desejada é programada sob o endereço `S`.

Sintaxe

```
SPOS=<valor>
G331 S...
G331 X… Y… Z… I… J… K…
G332 X… Y… Z… I… J… K…
```

- A programação do `SPOS` (ou do `M70`) antes do rosqueamento somente é necessária:
  - em roscas que são produzidas em usinagem múltipla.
  - em processos de produção, onde uma posição de partida da rosca é necessária.

  Para a usinagem de várias roscas consecutivas pode ser descartada a programação do `SPOS` (ou do `M70`) (Vantagem: otimização do tempo).
- A rotação do fuso deve ser programada em um bloco `G331` próprio sem comando de movimento de eixo antes do rosqueamento (`G331 X… Y… Z… I… J… K…`).

Significado

`G331`:	Comando: Rosqueamento com macho A furação é descrita através da profundidade de furação e do passo da rosca. Efeito: modal
`G332`:	Comando: Retrocesso do rosqueamento com macho Este movimento é descrito com o mesmo passo do movimento descrito para o `G331`. A inversão de sentido do fuso é realizada automaticamente. Efeito: modal
`X... Y... Z...`:	Profundidade de furação (ponto final da rosca em coordenadas cartesianas)
`I...`:	Passo de rosca no sentido X
`J...`:	Passo de rosca no sentido Y
`K...`:	Passo de rosca no sentido Z Faixa de valores do passo: ±0.001 até 2000.00 mm/rotação

---

Indicação

Depois do `G332` (retrocesso) a furação da próxima rosca pode ser continuada com `G331`.

Indicação

Segundo bloco de dados de gamas de velocidade

Para obter uma adaptação efetiva de rotação de fuso e torque de motor durante o rosqueamento com macho, para conseguir uma maior aceleração, em dados de máquina específicos de eixo, também pode-se preconfigurar um segundo bloco de dados de gamas de velocidade com limites de mudança (rotação máxima e rotação mínima) diferentes e independentes do primeiro bloco de dados de gamas de velocidade. Para isso observe as instruções do fabricante da máquina.

Literatura:
Manual de funções básicas; Fusos (S1), Capítulo: "Adaptações de gamas de velocidade configuráveis"

Exemplos

Exemplo 1: G331 e G332

Código de programa	Comentário
N10 SPOS[n]=0	; Preparação do rosqueamento com macho.
N20 G0 X0 Y0 Z2	; Aproximação do ponto de partida.
N30 G331 Z-50 K-4 S200	; Rosqueamento com macho, profundidade de furação 50, passo K negativo = sentido de giro do fuso à esquerda.
N40 G332 Z3 K-4	; Retrocesso, inversão automática de sentido.
N50 G1 F1000 X100 Y100 Z100 S300 M3	; O fuso opera novamente em modo de fuso.
N60 M30	; Fim do programa.

Exemplo 2: Emissão da rotação de furação programada na atual gama de velocidade

Código de programa	Comentário
N05 M40 S500	; É engatada a gama de velocidade 1, pois a rotação de fuso programada de 500 rpm está dentro da faixa de 20 a 1028 rpm.
...	
N55 SPOS=0	; Alinhamento do fuso.
N60 G331 Z-10 K5 S800	; Produção de rosca, a rotação do fuso de 800 rpm está na gama de velocidade 1.

A gama de velocidade adequada à rotação de fuso programada `S500` no `M40` é determinada a partir do primeiro bloco de dados de gamas de velocidade. A rotação de furação programada `S800` é emitida na atual gama de velocidade e, eventualmente, está limitada na rotação máxima da gama de velocidade. Não é possível executar uma mudança automática de marchas de transmissão depois da execução do `SPOS`. O requisito para a mudança automática de gamas de velocidade (marchas) é o modo de controle de rotação do fuso.

Indicação

Se, com uma rotação de fuso de 800 rpm deve ser selecionada a gama de velocidade 2, então os eixos de mudança para rotação máxima e rotação mínima deverão estar projetados de acordo nos respectivos dados de máquina do segundo bloco de dados de gamas de velocidade (veja os exemplos mostrados a seguir).

Exemplo 3: Aplicação do segundo bloco de dados de gamas de velocidade

Os eixos de mudança do segundo bloco de dados de gamas de velocidade para rotações máxima e mínima são avaliados no `G331`/`G332` e na programação de um valor `S` para o fuso mestre ativo. A mudança automática de marchas de transmissão `M40` deve estar ativa.
A gama de velocidade determinada dessa forma é comparada com a gama de velocidade ativa. Se houver uma diferença entre os dois, então é executada a mudança de marchas de transmissão.

Código de programa	Comentário
N05 M40 S500	; É selecionada a gama de velocidade 1.
...	
N50 G331 S800	; Fuso mestre com 2° bloco de dados de gamas de velocidade: É selecionada a gama de velocidade 2.
N55 SPOS=0	; Alinhamento do fuso.
N60 G331 Z-10 K5	; Produção de furo roscado, aceleração do fuso a partir do 2° bloco de dados de gamas de velocidade.

Exemplo 4: Nenhuma programação de rotação → Monitoração da gama de velocidade

Se na aplicação do segundo bloco de dados de gamas de velocidade não for programada nenhuma rotação com `G331`, então a rosca será produzida com a última rotação e gama de velocidade programada. Não ocorre nenhuma mudança de gamas de velocidade. Neste caso se monitora se a última rotação programada está dentro da faixa de rotações especificada (limites de mudança para rotação máxima e mínima) da gama de velocidade ativa. Caso contrário será emitido o alarme 16748.

Código de programa	Comentário
N05 M40 S800	; A gama de velocidade 1 é selecionada, o primeiro bloco de gamas de velocidade está ativo.
...	
N55 SPOS=0	
N60 G331 Z-10 K5	; Monitoração da rotação de fuso 800 rpm com bloco de dados de gamas de velocidade 2: A gama de velocidade 2 deveria estar ativa, é emitido o alarme 16748.

Exemplo 5: Mudança de gamas de velocidade não é possível → Monitoração da gama de velocidade

Se na aplicação do segundo bloco de dados de gamas de velocidade, além da geometria também for programada a rotação de fuso no bloco `G331`, e se a rotação não estiver dentro da faixa de rotações especificada (limites de mudança para rotações máxima e mínima) da gama de velocidade ativa, não pode ser realizada nenhuma mudança de gamas de velocidade, pois o movimento de percurso do fuso e eixo(s) de penetração não poderiam ser preservados.

Como no exemplo anterior, no bloco `G331` é realizada uma monitoração da rotação e da gama de velocidade e, eventualmente, emitido o alarme 16748.

Código de programa	Comentário
N05 M40 S500	; É selecionada a gama de velocidade 1.
...	
N55 SPOS=0	
N60 G331 Z-10 K5 S800	; A mudança de gamas de velocidade não é possível, monitoração da rotação de fuso 800 rpm com bloco de dados de gamas de velocidade 2: A gama de velocidade 2 deveria estar ativa, é emitido o alarme 16748.

Exemplo 6: Programação sem SPOS

Código de programa	Comentário
`N05 M40 S500`	`; É selecionada a gama de velocidade 1.`
`...`	
`N50 G331 S800`	`; Fuso mestre com 2° bloco de dados de gamas de velocidade: É selecionada a gama de velocidade 2.`
`N60 G331 Z-10 K5`	`; Produção de rosca, aceleração do fuso a partir do 2° bloco de dados de gamas de velocidade.`

A interpolação de rosca para o fuso inicia na atual posição, que depende do segmento de programa de peça executado anteriormente, p. ex. quando uma mudança de gamas de velocidade foi executada. Por isso que, eventualmente, um retrabalho da rosca não será possível.

Indicação

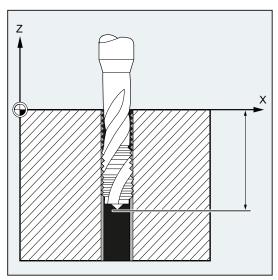
Deve-se prestar atenção para que em uma usinagem com vários fusos o fuso de furar também seja o fuso mestre. Através da programação do `SETMS(<número de fuso>)` é possível passar o fuso de furar para fuso mestre.

9.13 Rosqueamento com macho com mandril de compensação (G63)

Função

Com o G63 podem ser furadas roscas com o uso de mandril de compensação. São programados:

- Profundidade de furação em coordenadas cartesianas
- Rotação e sentido do fuso
- Avanço

As diferenças de percurso são compensadas através do mandril de compensação.

Movimento de retrocesso

Também se programa com G63, mas em sentido de giro invertido do fuso.

Sintaxe

```
G63 X… Y… Z…
```

Significado

G63:	Rosqueamento com macho com mandril de compensação
X... Y... Z...:	Profundidade de furação (ponto final) em coordenadas cartesianas

---

Indicação

G63 é ativado por blocos.

Após um bloco com G63 programado torna-se novamente ativo o último comando de interpolação G0, G1, G2… programado.

Velocidade de avanço

Indicação

O avanço programado deve estar de acordo com a relação rotação e passo de rosca do macho.

Regra prática:

Avanço F em mm/min = Rotação do fuso S em rpm * Passo da rosca em mm/rot.

Tanto a chave de correção de avanços e a chave de correção da rotação do fuso são ajustadas em 100% com o `G63`.

Exemplo

Neste exemplo deve ser furada uma rosca M5. O passo de uma rosca M5 é de 0,8 (conforme tabela).

Com a rotação selecionada de 200 rpm temos o avanço F = 160 mm/min.

Código de programa	Comentário
N10 G1 X0 Y0 Z2 S200 F1000 M3	; Aproximação do ponto de partida, ligação do fuso.
N20 G63 Z-50 F160	; Rosqueamento com macho, profundidade de furação 50.
N30 G63 Z3 M4	; Retrocesso, inversão de sentido programada.
N40 M30	; Fim do programa.

9.14 Retrocesso rápido para rosqueamento (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN)

Função

A função "Retrocesso rápido para rosqueamento (G33)" permite uma interrupção sem falhas do rosqueamento no(a):

- NC-STOP/NC-RESET
- Ativação de uma entrada rápida (veja o capítulo "Retração rápida do contorno" no Manual de programação Avançada)

O movimento de retrocesso até uma posição de retrocesso determinada é programável através do(a):

- Indicação da distância do curso de retrocesso e do sentido de retrocesso

  ou

- Indicação de uma posição de retrocesso absoluta

O retrocesso rápido **não** é aplicável no rosqueamento com macho (`G331`/`G332`).

Sintaxe

Retrocesso rápido para rosqueamento com rosca sob indicação da distância do curso de retrocesso e do sentido de retrocesso:

```
G33 ... LFON DILF=<valor> LFTXT/LFWP ALF=<valor>
```

Retrocesso rápido para rosqueamento sob indicação de uma posição de retrocesso absoluta:

```
POLF[<nome de eixo geométrico>/<nome de eixo de máquina>]=<valor>
LFPOS
POLFMASK/POLFMLIN(<nome de eixo1>,<nome de eixo2>,...)
G33 ... LFON
```

Bloqueio do retrocesso rápido para rosqueamento:

```
LFOF
```

Significado

`LFON`:	Habilitação do retrocesso rápido para rosqueamento (`G33`)
`LFOF`:	Bloqueio do retrocesso rápido para rosqueamento (`G33`)
`DILF=` :	Definição da distância do curso de retrocesso O valor preconfigurado através da configuração de dado de máquina (MD21200 $MC_LIFTFAST_DIST) pode ser alterado no programa de peça através da programação do `DILF`. **Nota:** Após o NC-RESET o valor de dado de máquina configurado sempre estará ativo.

`LFTXT`
`LFWP`: O sentido de retrocesso é controlado em conjunto com o `ALF` com as funções G `LFTXT` e `LFWP`.

- `LFTXT`: O plano onde se executa o movimento de retrocesso rápido é calculado a partir da tangente da trajetória e do sentido da ferramenta (ajuste padrão).
- `LFWP`: O plano onde se executa o movimento de retrocesso rápido é o plano de trabalho ativo.

`ALF=` : No plano do movimento de retrocesso o sentido é programado com `ALF`, em discretos passos em graus.

Com `LFTXT` o retrocesso está definido no sentido da ferramenta para `ALF=1`.

Com `LFWP` o sentido do plano de trabalho é atribuído como segue:

- `G17` (plano X/Y)
  `ALF=1` ; Retrocesso no sentido X
  `ALF=3` ; Retrocesso no sentido Y
- `G18` (plano Z/X)
  `ALF=1` ; Retrocesso no sentido Z
  `ALF=3` ; Retrocesso no sentido X
- `G19` (plano Y/Z)
  `ALF=1` ; Retrocesso no sentido Y
  `ALF=3` ; Retrocesso no sentido Z

Literatura:
Para conhecer as possibilidades de programação com o `ALF`, veja também o capítulo "Sentido de deslocamento na retração rápida do contorno" no Manual de programação Avançada.

`LFPOS`: Retrocesso do eixo identificado com `POLFMASK` ou `POLFMLIN` na posição de eixo absoluta programada com `POLF`

`POLFMASK`: Habilitação dos eixos `(<nome de eixo1>,<nome de eixo1>,...)` para o retrocesso independente até a posição absoluta

`POLFMLIN`: Habilitação dos eixos para o retrocesso até a posição absoluta em contexto linear

Nota:
O contexto linear, dependendo do comportamento dinâmico de todos eixos envolvidos, nem sempre será produzido até alcançar a posição de retração.

`POLF[]`: Definição da posição de retrocesso absoluta para o eixo geométrico ou eixo de máquina especificado no índice

- Efeito: modal
- `=<valor>`: Para eixos geométricos é interpretado o valor atribuído como posição no sistema de coordenadas da peça de trabalho (WCS), para eixos de máquina como posição no sistema de coordenadas da máquina (MCS).

  A atribuição de valores também pode ser programada como indicação de dimensões incrementais:
  `=IC<valor>`

Indicação

O `LFON` e o `LFOF` sempre podem ser programados, entretanto, a avaliação é realizada somente durante o rosqueamento (`G33`).

Indicação

`POLF` com `POLFMASK`/`POLFMLIN` não estão restritos à aplicação no rosqueamento.

Exemplos

Exemplo 1: Habilitação do retrocesso rápido para rosqueamento

Código de programa	Comentário
N55 M3 S500 G90 G18	; Plano de usinagem ativo
...	; Aproximação da posição de partida
N65 MSG ("Rosqueamento")	; Penetração da ferramenta
MM_THREAD:	
N67 $AC_LIFTFAST=0	; Resetamento antes de iniciar a rosca
N68 G0 Z5	
N68 X10	
N70 G33 Z30 K5 LFON DILF=10 LFWP ALF=7	; Habilitação do retrocesso rápido para rosqueamento. Curso de retrocesso=10mm Plano de retrocesso: Z/X (por causa do G18) Sentido de retrocesso: -X (com ALF=3: Sentido de retrocesso +X)
N71 G33 Z55 X15	
N72 G1	; Desativação do rosqueamento.
N69 IF $AC_LIFTFAST GOTOB MM_THREAD	; Quando o rosqueamento foi interrompido.
N90 MSG("")	
...	
N70 M30	

Exemplo 2: Desativação do retrocesso rápido antes do rosqueamento

Código de programa	Comentário
N55 M3 S500 G90 G0 X0 Z0	
...	
N87 MSG ("Rosqueamento com macho")	
N88 LFOF	; Desativação do retrocesso rápido antes do rosqueamento.
N89 CYCLE...	; Ciclo de rosqueamento com macho com G33.
N90 MSG("")	
...	
N99 M30	

Exemplo 3: Retrocesso rápido até a posição de retrocesso absoluta

Em uma parada é suprimida a interpolação de percurso de X e em seu lugar é realizada a interpolação de um movimento com a velocidade máx. até a posição POLF[X]. O movimento dos demais eixos continua sendo definido através do contorno programado, do passo da rosca e da rotação do fuso.

Código de programa	Comentário
N10 G0 G90 X200 Z0 S200 M3	
N20 G0 G90 X170	
N22 POLF[X]=210 LFPOS	
N23 POLFMASK(X)	; Ativação (habilitação) da retração rápida do eixo X.
N25 G33 X100 I10 LFON	
N30 X135 Z-45 K10	
N40 X155 Z-128 K10	
N50 X145 Z-168 K10	
N55 X210 I10	
N60 G0 Z0 LFOF	
N70 POLFMASK()	; Bloqueio da retração para todos eixos.
M30	

9.15 Chanfro, arredondamento (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM)

Função

Os cantos do contorno dentro do plano de trabalho ativo podem ser executados como arredondamento ou chanfro.

Para otimizar a qualidade superficial, pode ser programado um avanço próprio para o chanframento/arredondamento. Se não for programado nenhum avanço, atuará o avanço de percurso F normal.

Com a função "Arredondamento modal" é possível arredondar vários cantos do contorno da mesma forma.

Sintaxe

Chanframento de cantos do contorno:

```
G... X... Z... CHR/CHF=<valor> FRC/FRCM=<valor>
G... X... Z...
```

Arredondamento do canto do contorno:

```
G... X... Z... RND=<valor> FRC=<valor>
G... X... Z...
```

Arredondamento modal:

```
G... X... Z... RNDM=<valor> FRCM=<valor>
...
RNDM=0
```

Indicação

A tecnologia (avanço, tipo de avanço, comandos M ...) para o chanframento/arredondamento derivará do bloco anterior ou do bloco posterior, dependendo do ajuste do Bit 0 no dado de máquina MD20201 $MC_CHFRND_MODE_MASK (comportamento de chanfro/arredondamento). O ajuste recomendado é a derivação a partir do bloco anterior (Bit 0 = 1).

Significado

`CHF=...` : Chanframento de cantos do contorno
- `<valor>`: Comprimento do chanfro (unidade de medida conforme G70/G71)

`CHR=...` : Chanframento de cantos do contorno
- `<valor>`: Largura do chanfro no sentido de movimento original (unidade de medida conforme G70/G71)

`RND=...` : Arredondamento do canto do contorno
- `<valor>`: Raio do arredondamento (unidade de medida conforme G70/G71)

RNDM=... : Arredondamento modal (arredondamento de vários cantos de contorno sucessivos da mesma forma)

<valor>: Raio dos arredondamentos (unidade de medida conforme G70/G71)

Com RNDM=0 é desativado o arredondamento modal.

FRC=... : Avanço ativo por bloco para chanframento/arredondamento

<valor>: Velocidade de avanço em mm/min (com G94 ativo) ou mm/rot. (com G95 ativo)

FRCM=... : Avanço ativo modalmente para chanframento/arredondamento

<valor>: Velocidade de avanço em mm/min (com G94 ativo) ou mm/rot. (com G95 ativo)

Com FRCM=0 é desativado o avanço ativo modalmente para chanframento/arredondamento e o avanço programado em F passa a estar ativo.

Indicação

Chanfro/Arredondamento

Se os valores programados para chanfro (CHF/CHR) ou arredondamento (RND/RNDM) forem muito grandes para os elementos de contorno envolvidos, o chanfro ou o arredondamento será reduzido para um valor correspondente.

O chanfro ou arredondamento não serão inseridos se:

- não houver nenhum contorno linear ou circular no plano.
- um movimento está sendo executado fora do plano.
- for feita uma mudança do plano.
- quando for excedido um número de blocos (definido em dado de máquina) sem informações de deslocamento (p. ex. apenas emissões de comando).

Indicação

FRC/FRCM

O FRC/FRCM não atua quando um chanfro é percorrido com G0; é possível realizar a programação do valor F correspondente sem mensagem de erro.

O FRC somente está ativo se no bloco estiver programado um chanfro/arredondamento ou se o RNDM foi ativado.

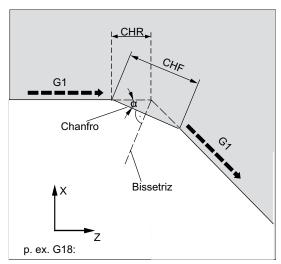
O FRC sobrescreve o valor F ou FRCM contido no atual bloco.

O avanço programado para FRC deve ser maior que zero.

O FRCM=0 ativa para o chanframento/arredondamento o avanço programado em F.

Se o FRCM for programado, numa mudança de G94 ↔ G95 deve ser novamente programado o valor FRCM equivalente ao F. Se apenas o F for reprogramado e, se antes da mudança o tipo de avanço FRCM > 0, então será gerada uma mensagem de erro.

Exemplos

Exemplo 1: Chanframento entre duas retas

- MD20201 Bit 0 = 1 (derivação a partir do bloco anterior)
- G71 está ativo.
- A largura do chanfro no sentido de movimento (CHR) deve ser 2 mm, o avanço para o chanframento deve ser 100 mm/min.

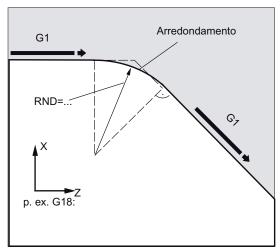
A programação pode ser realizada de duas formas:

- Programação com CHR

Código de programa
...
N30 G1 Z… CHR=2 FRC=100
N40 G1 X…
...

- Programação com CHF

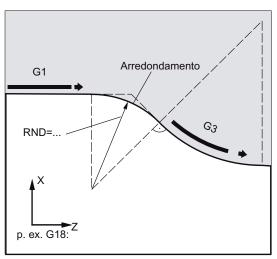
Código de programa
...
N30 G1 Z… CHF=2(cosα*2) FRC=100
N40 G1 X…
...

Exemplo 2: Arredondamento entre duas retas

- MD20201 Bit 0 = 1 (derivação a partir do bloco anterior)
- G71 está ativo.
- O raio do arredondamento deve ser 2 mm, o avanço para o arredondamento deve ser 50 mm/min.

Código de programa

```
...
N30 G1 Z… RND=2 FRC=50
N40 G1 X…
...
```

Exemplo 3: Arredondamento entre reta e círculo

Entre contornos lineares e circulares em qualquer combinação pode ser inserido um elemento de contorno circular com transição tangencial através da função RND.

- MD20201 Bit 0 = 1 (derivação a partir do bloco anterior)
- G71 está ativo.
- O raio do arredondamento deve ser 2 mm, o avanço para o arredondamento deve ser 50 mm/min.

Código de programa

```
...
N30 G1 Z… RND=2 FRC=50
N40 G3 X… Z… I… K…
...
```

Exemplo 4: Arredondamento modal para rebarbar cantos vivos da peça

Código de programa	Comentário
...	
N30 G1 X… Z… RNDM=2 FRCM=50	; Ativação do arredondamento modal. Raio do arredondamento: 2mm Avanço para o arredondamento: 50 mm/min
N40...	
N120 RNDM=0	; Desativação do arredondamento modal.
...	

Exemplo 5: Adoção da tecnologia do bloco posterior ou do bloco anterior

- MD20201 Bit 0 = 0: Derivação a partir do bloco posterior (Ajuste padrão!)

Código de programa	Comentário
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94	
N20 G1 X10 CHF=2	; Chanfro N20-N30 com F=100 mm/min
N30 Y10 CHF=4	; Chanfro N30-N40 com FRC=200 mm/min
N40 X20 CHF=3 FRC=200	; Chanfro N40-N60 com FRCM=50 mm/min
N50 RNDM=2 FRCM=50	
N60 Y20	; Arredondamento modal N60-N70 com FRCM=50 mm/min
N70 X30	; Arredondamento modal N70-N80 com FRCM=50 mm/min
N80 Y30 CHF=3 FRC=100	; Chanfro N80-N90 com FRC=100 mm/min
N90 X40	; Arredondamento modal N90-N100 com F=100 mm/min (cancela FRCM)
N100 Y40 FRCM=0	; Arredondamento modal N100-N120 com G95 FRC=1 mm/rot.
N110 S1000 M3	
N120 X50 G95 F3 FRC=1	
...	
M02	

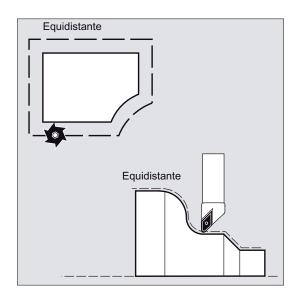
- MD20201 Bit 0 = 1: Derivação a partir do bloco anterior (Ajuste recomendado!)

Código de programa	Comentário
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94	
N20 G1 X10 CHF=2	; Chanfro N20-N30 com F=100 mm/min
N30 Y10 CHF=4 FRC=120	; Chanfro N30-N40 com FRC=120 mm/min
N40 X20 CHF=3 FRC=200	; Chanfro N40-N60 com FRC=200 mm/min
N50 RNDM=2 FRCM=50	
N60 Y20	; Arredondamento modal N60-N70 com FRCM=50 mm/min
N70 X30	; Arredondamento modal N70-N80 com FRCM=50 mm/min
N80 Y30 CHF=3 FRC=100	; Chanfro N80-N90 com FRC=100 mm/min
N90 X40	; Arredondamento modal N90-N100 com FRCM=50 mm/min
N100 Y40 FRCM=0	; Arredondamento modal N100-N120 com F=100 mm/min
N110 S1000 M3	
N120 X50 CHF=4 G95 F3 FRC=1	; Chanfro N120-N130 com G95 FRC=1 mm/rot.
N130 Y50	; Arredondamento modal N130-N140 com F=3 mm/rot.
N140 X60	
...	
M02	

Correções do raio da ferramenta 10

10.1 Correção do raio da ferramenta (G40, G41, G42, OFFN)

Função

Com a compensação do raio da ferramenta ativada (WRK), o comando calcula automaticamente os percursos de ferramenta eqüidistantes para as diferentes ferramentas.

Sintaxe

```
G0/G1 X... Y… Z... G41/G42 [OFFN=<valor>]
...
G40 X... Y… Z...
```

Significado

`G41`:	Ativação do WRK com sentido de usinagem **à esquerda** do contorno
`G42`:	Ativação do WRK com sentido de usinagem **à direita** do contorno
`OFFN=<valor>`:	Sobremetal para contorno programado (Offset do contorno normal) (opcional) Por exemplo para gerar trajetórias eqüidistantes para o pré-acabamento.
`G40`:	Desativação do WRK

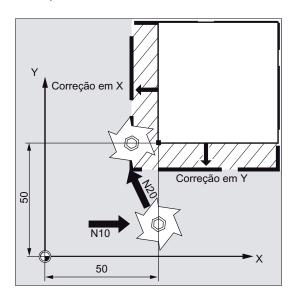
Indicação

No bloco com `G40`/`G41`/`G42` deve estar ativo o `G0` ou o `G1` e pelo menos indicado um eixo do plano de trabalho selecionado.

Se na ativação for indicado apenas um eixo, a última posição do segundo eixo será complementada automaticamente e o deslocamento será executado nos **dois** eixos.

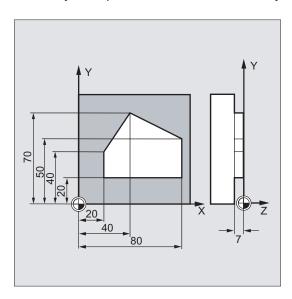
Os dois eixos devem estar ativos no canal como eixos geométricos. Isso pode ser garantido através da programação com `GEOAX`.

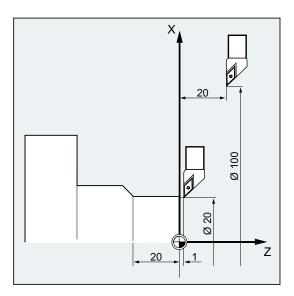
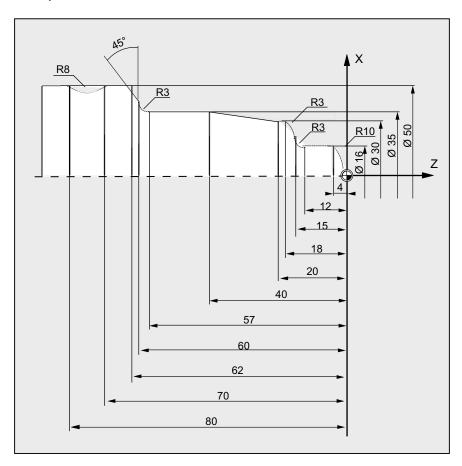
Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Código de programa	Comentário
`N10 G0 X50 T1 D1`	; Somente a correção do comprimento de ferramenta é ativado. X50 é aproximado sem correção.
`N20 G1 G41 Y50 F200`	; A compensação do raio é ativada, o ponto X50/Y50 é aproximado com correção.
`N30 Y100`	
…	

Exemplo 2: Procedimento "clássico" no exemplo de fresamento

Procedimento "clássico":

1. Chamada de ferramenta
2. Carregamento da ferramenta.
3. Ativação do plano de trabalho e da correção do raio da ferramenta.

Código de programa	Comentário
`N10 G0 Z100`	; Afastamento para troca de ferramentas.
`N20 G17 T1 M6`	; Troca de ferramentas
`N30 G0 X0 Y0 Z1 M3 S300 D1`	; Chamada dos valores de corretores da ferramenta, ativação de corretores do comprimento.
`N40 Z-7 F500`	; Penetração da ferramenta.
`N50 G41 X20 Y20`	; Ativação da compensação do raio da ferramenta, a ferramenta trabalha à esquerda do contorno
`N60 Y40`	; Fresamento de contorno.
`N70 X40 Y70`	
`N80 X80 Y50`	
`N90 Y20`	
`N100 X20`	
`N110 G40 G0 Z100 M30`	; Afastamento da ferramenta, fim do programa.

Exemplo 3: Torneamento

Código de programa	Comentário
…	
N20 T1 D1	; Somente a correção do comprimento de ferramenta é ativado.
N30 G0 X100 Z20	; X100 Z20 é aproximado sem correção.
N40 G42 X20 Z1	; A compensação do raio é ativada, o ponto X20/Z1 é aproximado com correção.
N50 G1 Z-20 F0.2	
…	

Exemplo 4: Torneamento

Código de programa	Comentário
N5 G0 G53 X280 Z380 D0	; Ponto de partida
N10 TRANS X0 Z250	; Deslocamento de ponto zero
N15 LIMS=4000	; Limite de rotação (G96)
N20 G96 S250 M3	; Ativação de avanço constante
N25 G90 T1 D1 M8	; Seleção de ferramenta e ativação da compensação
N30 G0 G42 X-1.5 Z1	; Emprego de ferramenta com compensação de raio da ferramenta
N35 G1 X0 Z0 F0.25	
N40 G3 X16 Z-4 I0 K-10	; Torneamento do raio 10
N45 G1 Z-12	
N50 G2 X22 Z-15 CR=3	; Torneamento do raio 3
N55 G1 X24	
N60 G3 X30 Z-18 I0 K-3	; Torneamento do raio 3
N65 G1 Z-20	
N70 X35 Z-40	
N75 Z-57	
N80 G2 X41 Z-60 CR=3	; Torneamento do raio 3

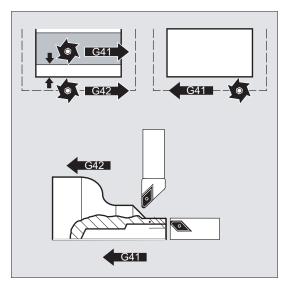
Código de programa	Comentário
N85 G1 X46	
N90 X52 Z-63	
N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9	; Desativação da compensação do raio da ferramenta e aproximação do ponto de troca de ferramentas
N100 T2 D2	; Chamada de ferramenta e ativação da compensação
N105 G96 S210 M3	; Ativação da velocidade de corte constante
N110 G0 G42 X50 Z-60 M8	; Emprego de ferramenta com compensação de raio da ferramenta
N115 G1 Z-70 F0.12	; Torneamento do diâmetro 50
N120 G2 X50 Z-80 I6.245 K-5	; Torneamento do raio 8
N125 G0 G40 X100 Z50 M9	; Retração da ferramenta e desativação da compensação do raio da ferramenta
N130 G0 G53 X280 Z380 D0 M5	; Deslocamento até o ponto de troca de ferramentas
N135 M30	; Fim do programa

Outras informações

Para o cálculo das trajetórias de ferramenta o comando precisa das seguintes informações:

- Número de ferramenta (T...), número de corte (D...)
- Sentido de usinagem (G41/G42)
- Plano de trabalho (G17/G18/G19)

Número de ferramenta (T...), número de corte (D...)

A distância entre a trajetória da ferramenta e o contorno da peça de trabalho é calculada a partir do raio da fresa, ou do raio do corte.

Em uma estrutura de números D planos apenas deve ser programado o número D.

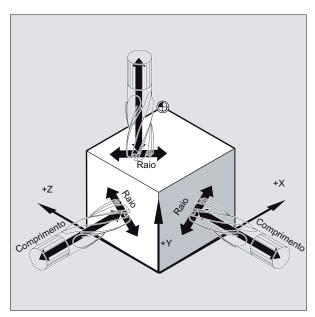
Sentido de usinagem (G41/G42)

A partir disso o comando detecta o sentido em que a trajetória de ferramenta deve ser deslocada.

Indicação

Um valor de compensação negativo equivale a uma mudança do lado de correção (`G41` ↔ `G42`).

Plano de trabalho (G17/G18/G19)

A partir disso o comando detecta o plano e com isso os sentidos de eixo em que deverá ser realizada a correção.

Exemplo: Fresa

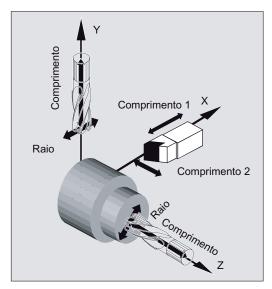
Código de programa	Comentário
...	
N10 G17 G41 …	; A correção do raio da ferramenta é realizada no plano X/Y, a correção do comprimento da ferramenta no sentido Z.
...	

Indicação

Em máquinas de 2 eixos a compensação do raio da ferramenta é possível apenas em planos "reais", normalmente em `G18`.

Correção do comprimento da ferramenta

O parâmetro de desgaste atribuído com a seleção de ferramenta do eixo de diâmetro pode ser definido como valor de diâmetro através de um dado de máquina. Numa mudança de planos posterior esta atribuição não será alterada automaticamente. Para isso que a ferramenta deve ser novamente selecionada após a mudança de planos.

Torneamento:

Com `NORM` e `KONT` pode ser definida a trajetória da ferramenta na ativação e desativação do modo de correção (veja "Aproximar e afastar do contorno (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Página 287)").

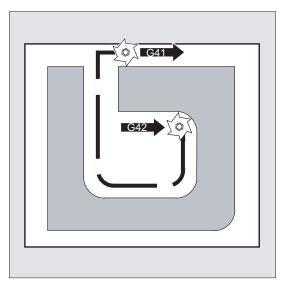
Ponto de intersecção

A seleção do ponto de intersecção é realizada através do dado de ajuste:

SD42496 $SC_CUTCOM_CLSD_CONT (Comportamento da compensação do raio de ferramenta em contornos fechados)

Valor	Significado
FALSE	Se em um contorno (quase) fechado, composto por dois blocos circulares sucessivos ou um bloco circular e um bloco linear, resultarem dois pontos de intersecção no lado interno durante a correção, então será selecionado o procedimento padrão do ponto de intersecção que estiver mais próximo do primeiro contorno da peça. Um contorno será tratado como (quase) fechado se a distância entre o ponto de partida do primeiro bloco e o ponto final do segundo bloco for menor que 10 % do raio de correção ativo, mas não maior que 1000 incrementos do percurso (corresponde a 1 mm com 3 casas decimais).
TRUE	Na mesma situação descrita acima, será selecionado o ponto de intersecção que estiver mais próximo do primeiro contorno da peça no início do bloco.

Mudança do sentido de correção (G41 ↔ G42)

Uma mudança do sentido de correção (`G41` ↔ `G42`) pode ser programada sem a necessidade de programação do `G40`.

Mudança do plano de trabalho

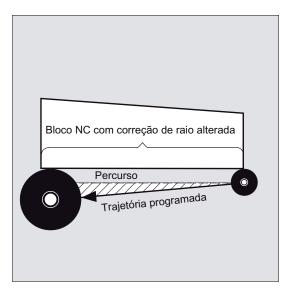
Uma mudança do plano de trabalho (`G17`/`G18`/`G19`) com o `G41`/`G42` ativado **não** é possível.

Mudança do bloco de dados de corretor da ferramenta (D…)

O bloco de dados de corretores da ferramenta pode ser mudado durante o processo de correção.

Um raio de ferramenta alterado é aplicado a partir do bloco em que estiver o número D.

CUIDADO
A alteração do raio e o movimento de compensação se estende por todo o bloco e apenas alcança a nova distância eqüidistante no ponto final programado.

Em movimentos lineares a ferramenta desloca-se em uma trajetória inclinada entre o ponto inicial e o ponto final:

Nas interpolações circulares são produzidos movimentos espirais.

Alteração do raio da ferramenta

A alteração pode ocorrer, por exemplo, através de variáveis de sistema. Para a execução aplica-se o mesmo que na mudança do bloco de dados de corretores de ferramenta (`D...`).

CUIDADO
Os valores alterados apenas tornam-se ativos após uma nova programação do `T` ou `D`. A alteração somente é aplicada no próximo bloco.

Modo de correção

O modo de correção apenas pode ser interrompido por um determinado número de blocos ou comandos M sucessivos, que não contém nenhum comando de deslocamento ou indicação de percurso no plano de correção.

Indicação

O número de blocos ou comandos M sucessivos é ajustado através de um dado de máquina (veja as informações do fabricante da máquina!).

Indicação

Um bloco com percurso zero também é considerado como interrupção!

10.2 Aproximar e afastar do contorno (NORM, KONT, KONTC, KONTT)

Função

Com os comandos `NORM`, `KONT`, `KONTC` ou `KONTT`, e com a compensação do raio de ferramenta (`G41`/`G42`) ativada, o curso de aproximação e de afastamento da ferramenta pode ser adaptado ao trajeto do contorno desejado ou à forma da peça bruta.

Com `KONTC` ou `KONTT` são preservadas as condições de continuidade em todos os três eixos. Dessa forma é possível programar simultaneamente um componente de trajetória perpendicular ao plano de correção

Pré-requisito

Os comandos `KONTC` e `KONTT` estão disponíveis se o opcional "Interpolação de polinômios" estiver habilitado no comando.

Sintaxe

```
G41/G42 NORM/KONT/KONTC/KONTT X... Y... Z...
...
G40 X... Y... Z...
```

Significado

`NORM`:	Ativação da aproximação/afastamento diretamente em uma reta A ferramenta é alinhada perpendicularmente com o ponto do contorno.
`KONT`:	Ativação da aproximação/afastamento contornando o ponto inicial/final conforme comportamento de canto `G450` ou `G451` programado
`KONTC`:	Ativação da aproximação/afastamento de curvatura constante
`KONTT`:	Ativação da aproximação/afastamento de tangente constante

---

Indicação

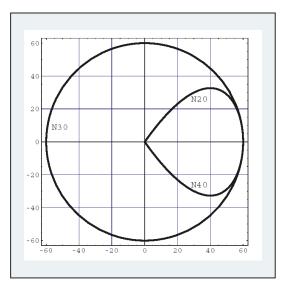
Como blocos originais de aproximação/afastamento para `KONTC` e `KONTT` são permitidos apenas blocos `G1`. Estes são substituídos pelo comando por polinômios para a respectiva trajetória de aproximação / afastamento.

Condições gerais

`KONTT` e `KONTC` não estão disponíveis nas variantes 3D da correção do raio da ferramenta (`CUT3DC`, `CUT3DCC`, `CUT3DF`). Se ainda assim forem programados, o comando executará, internamente e sem mensagem de erro, uma comutação para `NORM`.

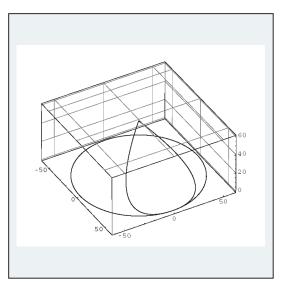
Exemplo

KONTC

A aproximação do círculo inteiro é iniciada pelo centro do círculo. Neste caso, no ponto final do bloco de aproximação, o sentido e o raio de curvatura serão idênticos aos valores do círculo seguinte. Nos dois blocos, de aproximação e de afastamento, é executada simultaneamente a penetração no sentido Z. A seguinte figura mostra a projeção vertical da trajetória da ferramenta.

Esquema 10-1Projeção vertical

O respectivo segmento do programa NC se parece da seguinte forma:

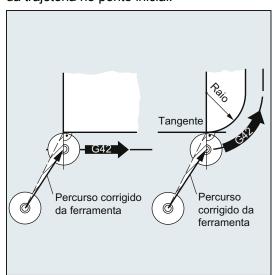
Código de programa	Comentário
$TC_DP1[1,1]=121	; Fresa
$TC_DP6[1,1]=10	; Raio de 10 mm
N10 G1 X0 Y0 Z60 G64 T1 D1 F10000	
N20 G41 KONTC X70 Y0 Z0	; Aproximação
N30 G2 I-70	; Círculo inteiro
N40 G40 G1 X0 Y0 Z60	; Afastamento
N50 M30	

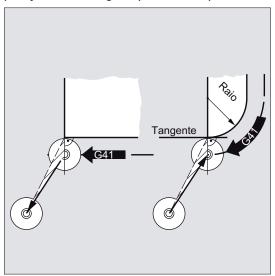
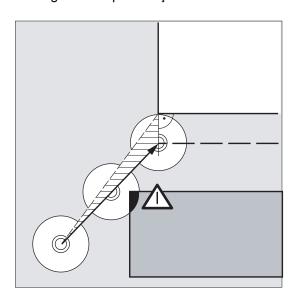
Simultaneamente à adaptação da curvatura na trajetória circular do círculo inteiro é executado o deslocamento do Z60 até o plano do círculo Z0.

Esquema 10-2Representação espacial

Outras informações

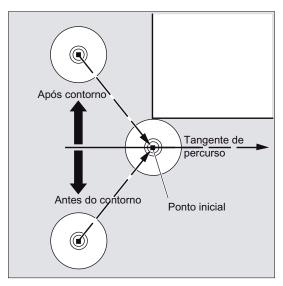
Aproximação/afastamento com NORM

1. Aproximação:

   Com o `NORM` a ferramenta desloca-se diretamente sobre uma reta até a posição de partida programada (independentemente do ângulo de aproximação especificado através do movimento de deslocamento programado) e é alinhada perpendicularmente à tangente da trajetória no ponto inicial.

2. Afastamento:

   A ferramenta está em posição perpendicular ao último ponto final de trajetória corrigido, e deste desloca-se (independentemente do ângulo de aproximação especificado através do movimento de deslocamento programado) diretamente em linha reta até a próxima posição não corrigida, p. ex. até o ponto de troca de ferramentas.

Os ângulos de aproximação/afastamento alterados representam um risco de colisão:

CUIDADO
Os ângulos de aproximação/afastamento alterados precisam ser considerados na programação para que seja evitada uma eventual colisão.

Aproximação/afastamento com KONT

Antes da aproximação a ferramenta pode estar localizada **na frente** ou **atrás** do contorno. Como linha divisória aplica-se neste caso à tangente da trajetória no ponto inicial:

Na aproximação e afastamento com `KONT` devem ser diferenciados dois casos, correspondentemente:

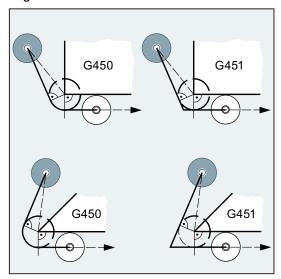
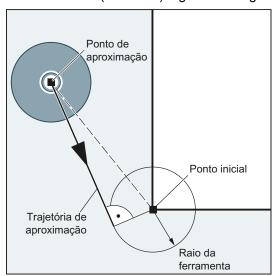
1. A ferramenta encontra-se na frente do contorno.

   → Estratégia de aproximação/afastamento como no NORM.

2. A ferramenta encontra-se atrás do contorno.

   – Aproximação:

     A ferramenta, em função do comportamento de canto (`G450`/`G451`) programado, desloca-se em torno do ponto inicial sobre uma trajetória circular ou através de uma intersecção das eqüidistantes.

     Os comandos `G450`/`G451` são aplicados para a transição do atual bloco ao bloco seguinte:

Nos dois casos (`G450`/`G451`) é gerada a seguinte trajetória de aproximação:

Se traça uma linha reta do ponto de aproximação não corrigido, que seja tangente a um raio de círculo = raio de ferramenta. O centro do círculo encontra-se no ponto inicial.

– Afastamento:

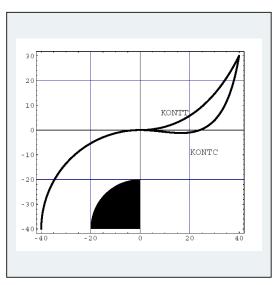
Para o afastamento aplica-se, mas em ordem inversa, o mesmo para a aproximação.

Aproximação/afastamento com KONTC

O ponto de contorno é aproximado / afastado com curvatura contínua. No ponto de contorno não é produzido nenhum salto de aceleração. A trajetória do ponto de saída até o ponto de contorno é interpolada como polinômio.

Aproximação/afastamento com KONTC

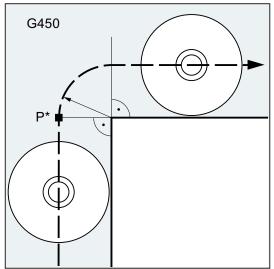
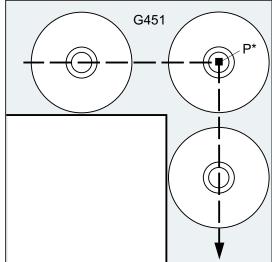
O ponto de contorno é aproximado / afastado com tangente contínua. No ponto de contorno pode ser produzido um salto de aceleração. A trajetória do ponto de saída até o ponto de contorno é interpolada como polinômio.

Diferença entre KONTC e KONTT

Nesta figura estão representadas as diferenças entre os diferentes comportamentos de aproximação/afastamento com `KONTT` e `KONTC`. Um círculo de raio 20 mm em torno do centro em X0 Y-40 é corrigido com uma ferramenta de 20 mm de raio pelo lado externo. Por isso que se obtém um movimento circular do centro da ferramenta com um raio de 40 mm. O ponto final do bloco de afastamento encontra-se em X40 Y30. A transição entre o bloco circular e o bloco de afastamento encontra-se no ponto zero. Por causa da curvatura contínua com `KONTC`, o bloco de afastamento executa primeiro um movimento com um componente Y negativo. Isto freqüentemente não é desejado. O bloco de afastamento com `KONTT` não apresenta este comportamento. Entretanto, neste caso é produzido um salto de aceleração na transição de blocos.

Se o bloco `KONTT` ou `KONTC` não for o bloco de afastamento, mas o bloco de aproximação, então o resultado será o mesmo contorno, com a única diferença que ele será executado no sentido inverso.

10.3 Correção nos cantos externos (G450, G451, DISC)

Função

Com o comando `G450` ou `G451` é definido o decurso da trajetória de ferramenta corrigida durante o percurso dos cantos externos com a correção do raio de ferramenta ativada (`G41`/`G42`):

Com o `G450` o centro da ferramenta contorna o canto da peça de trabalho em um arco com o raio de ferramenta.

Com o G451 a ferramenta desloca-se até o ponto de intersecção das duas eqüidistantes localizado na distância do raio da ferramenta em relação ao contorno programado. G451 somente pode ser aplicado em retas e círculos.

Indicação

Com o `G450`/`G451` também são definidos a trajetória de aproximação com o `KONT` ativo e o ponto de aproximação atrás do contorno (veja "Aproximar e afastar do contorno (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Página 287)").

Com o comando `DISC` os círculos de transição com o `G450` podem distorcer e com isso apresentar cantos vivos no contorno.

Sintaxe

```
G450 [DISC=<valor>]
G451
```

Significado

`G450`: Com o `G450` os cantos da peça de trabalho são percorridos em um percurso circular.

`DISC`: Programação flexível do percurso circular com G450 (optional)

<valor>: Tipo: INT

Faixa de valores: 0, 1, 2, ... 100

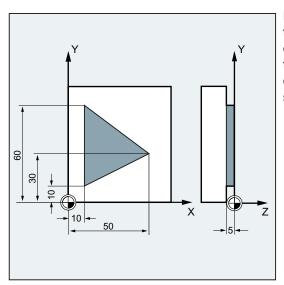
Significado:

0	Círculo de transição
100	Ponto de intersecção das eqüidistantes (valor teórico)

`G451`: Com `G451` é realizada a aproximação da intersecção das duas eqüidistantes nos cantos da peça de trabalho. A ferramenta usina para retirada do canto da peça de trabalho.

Indicação

O `DISC` somente atua com a chamada do `G450`, mas também pode ser programado em um bloco anterior sem `G450`. Ambos comandos estão ativos de forma modal.

Exemplo

Neste exemplo é inserido um raio de transição (corresponde à programação do comportamento de canto no bloco N30) em todos os cantos externos. Com isso evita-se que a ferramenta pare na mudança de sentidos e com isso usine totalmente.

Código de programa	Comentário
N10 G17 T1 G0 X35 Y0 Z0 F500	; Condições iniciais
N20 G1 Z-5	; Penetração da ferramenta.
N30 G41 KONT **G450** X10 Y10	; **Ativação** do WRK com modo de aproximação/afastamento KONT e **comportamento de canto G450**
N40 Y60	; Fresamento do contorno.
N50 X50 Y30	
N60 X10 Y10	
N80 G40 X-20 Y50	; Desativação do modo de compensação, afastamento do círculo de transição.
N90 G0 Y100	
N100 X200 M30	

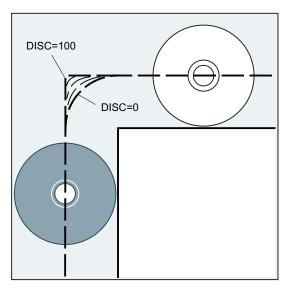
Outras informações

G450/G451

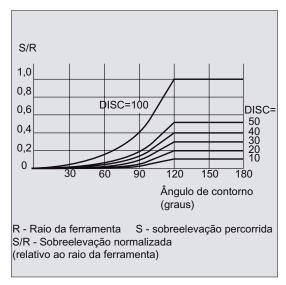
No ponto intermediário P* o comando executa instruções como movimentos de penetração ou funções de ativação. Estas instruções são programadas em blocos que estão entre os dois blocos que formam o canto.

Do ponto de vista do processamento de dados, o círculo de transição com `G450` pertence ao comando de deslocamento seguinte.

DISC

Na indicação de valores `DISC` maiores que 0 os círculos intermediários são apresentados com deformação, transformando-se em elipses de transição, parábolas ou hipérboles:

Mediante dados de máquina pode ser definido um valor limite superior, normalmente DISC=50.

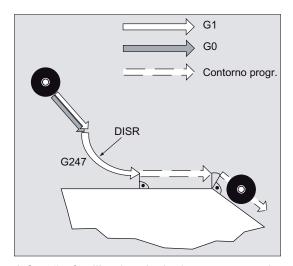
Comportamento de deslocamento

Com o `G450` ativado, a ferramenta se afasta do contorno no caso de ângulos de contorno agudos e altos valores `DISC` nos cantos. Em ângulos de contorno a partir de 120° o contorno será percorrido de forma uniforme:

Com o `G451` ativado, nos ângulos de contorno agudos podem ser produzidos cursos vazios desnecessários da ferramenta resultantes dos movimentos de retração. Em tais casos se pode definir através de dados de máquina a mudança automática para círculo de transição.

10.4 Aproximação e afastamento suaves

10.4.1 Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR)

Função

A função de aproximação e afastamento suave (WAB) serve para aproximar tangencialmente o ponto de partida de um contorno independentemente da posição do ponto de partida.

A função é utilizada principalmente em conjunto com a correção do raio da ferramenta, mas não é obrigatória.

O movimento de aproximação e de afastamento é composto por 4 movimentos parciais:

- Ponto de partida do movimento P_0
- Pontos intermediários P_1, P_2 e P_3
- Ponto final P_4

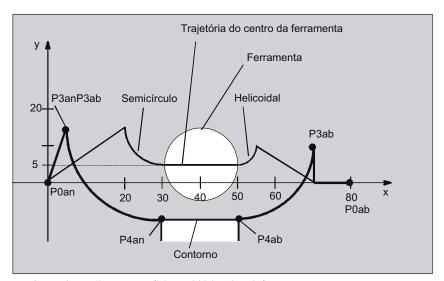
Os pontos P_0, P_3 e P_4 sempre estão definidos. Os pontos intermediários P_1 e P_2 podem ser suprimidos dependendo da parametrização e das condições geométricas.

Sintaxe

```
G140
G141 ... G143
G147, G148
G247, G248
G347, G348
G340, G341
DISR=..., DISCL=..., FAD=...
```

Significado

`G140`:	O sentido de aproximação e de afastamento depende do atual lado de correção (valor de ajuste básico)
`G141`:	Aproximação pela esquerda ou afastamento para esquerda
`G142`:	Aproximação pela direita ou afastamento para direita
`G143`:	Sentido de aproximação e de afastamento depende da posição relativa do ponto de partida ou ponto final no sentido da tangente
`G147`:	Aproximação com uma reta
`G148`:	Afastamento com uma reta
`G247`:	Aproximação com um quadrante
`G248`:	Afastamento com um quadrante
`G347`:	Aproximação com um semicírculo
`G348`:	Afastamento com um semicírculo
`G340`:	Aproximação e afastamento no espaço (valor de ajuste básico)
`G341`:	Aproximação e afastamento no plano
`DISR`:	**Aproximação e afastamento com retas (G147/G148)** Distância do canto da fresa até o ponto de partida do contorno **Aproximação e afastamento com círculos (G247, G347/G248, G348)** Raio da trajetória do centro da ferramenta Atenção: No REPOS com um semicírculo o DISR corresponde ao diâmetro do círculo
`DISCL`:	DISCL=... Distância do ponto final do movimento de penetração rápido a partir do plano de usinagem DISCL=AC(...) Indicação da posição absoluta do ponto final do movimento de penetração rápido
`FAD`:	Velocidade do movimento de penetração lento FAD=... o valor programado atua de acordo com o código G do grupo 15 (Avanço; G93, G94, etc.) FAD=PM(...) o valor programado é interpretado como avanço linear (como G94) independentemente do código G ativo do grupo 15 FAD=PR(...) o valor programado é interpretado como avanço por rotação (como G95) independentemente do código G do grupo 15.

Exemplo

- Aproximação suave (bloco N20 ativado)
- Movimento de aproximação com quadrante (G247)
- Sentido de aproximação não programado, atua o G140, ou seja, a correção do raio da ferramenta está ativa (G41)
- Offset de contorno OFFN=5 (N10)
- Atual raio de ferramenta é =10, com isso o raio efetivo de correção para correção do raio da ferramenta é =15, o raio do contorno WAB é =25, de maneira que o raio da trajetória do centro da ferramenta se torne igual ao DISR=10
- O ponto final do círculo resulta do N30, pois no N20 está programada apenas a posição em Z
- Movimento de penetração
  - Do Z20 ao Z7 (DISCL=AC(7)) em avanço rápido.
  - Em seguida segue para Z0 com FAD=200.
  - Círculo de aproximação no plano X-Y e nos blocos seguintes com F1500 (para que esta velocidade seja aplicada nos blocos seguintes, o G0 ativo no N30 deve ser sobrescrito com G1, caso contrário a usinagem no contorno continuará em G0).
- Afastamento suave (bloco N60 ativado)
- Movimento de afastamento com quadrante (G248) e espiral (G340)
- FAD não foi programado, pois não faz sentido no G340
- Z=2 no ponto de partida; Z=8 no ponto final, visto que DISCL=6
- Com DISR=5 o raio do contorno WAB é =20, o raio da trajetória do centro da ferramenta é =5

Movimentos de afastamento do Z8 até o Z20 e o movimento paralelo ao plano X-Y até X70 Y0.

Código de programa	Comentário
`$TC_DP1[1,1]=120`	`; Definição de ferramenta T1/D1`
`$TC_DP6[1,1]=10`	`; Raio`
`N10 G0 X0 Y0 Z20 G64 D1 T1 OFFN=5`	`; (P0ap)`

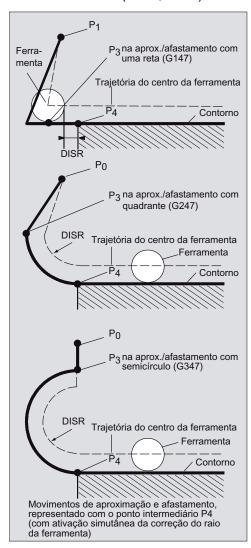
Código de programa	Comentário
`N20 G41 G247 G341 Z0 DISCL=AC(7) DISR=10 F1500 FAD=200`	`; Aproximação (P3ap)`
`N30 G1 X30 Y-10`	`; (P4ap)`
`N40 X40 Z2`	
`N50 X50`	`; (P4af)`
`N60 G248 G340 X70 Y0 Z20 DISCL=6 DISR=5 G40 F10000`	`; Afastamento (P3af)`
`N70 X80 Y0`	`; (P0af)`
`N80 M30`	

Outras informações

Seleção do contorno de aproximação e de afastamento

Com o respectivo comando G pode-se aproximar ou afastar com:

- uma reta (G147, G148),
- um quadrante (G247, G248) ou
- um semicírculo (G347, G348).

Movimentos de aproximação e afastamento, representado com o ponto intermediário P4 (com ativação simutânea da correção do raio da ferramenta)

Seleção do sentido de aproximação e de afastamento

Definição do sentido de aproximação e de afastamento com ajuda da correção do raio da ferramenta (G140, valor de ajuste básico) com raio de ferramenta positivo:

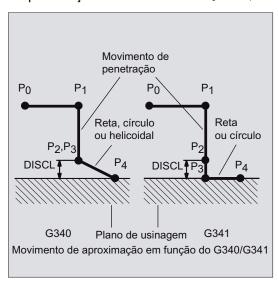
- G41 ativo → aproximação da esquerda
- G42 ativo → aproximação da direita

Outras opções de aproximação são definidas com G141, G142 e G143.

Estes códigos G apenas têm significado se o contorno de aproximação for um quadrante ou um semicírculo.

Divisão do movimento do ponto de partida até o ponto final (G340 e G341)

A aproximação característica do P_0 ao P_4 está representada na seguinte figura:

Movimento de aproximação em função do G340/G341

Nos casos em que é incluída posição do plano ativo G17 até G19 (plano do círculo, eixo da hélice, movimento de penetração vertical ao plano ativo), será considerado um eventual FRAME ativo girado.

Comprimento da reta de aproximação ou raio em círculos de aproximação (DISR) (veja a figura na "Seleção de contorno de aproximação ou de afastamento")

- Aproximação/afastamento com retas

  O DISR indica a distância do canto da fresa até o ponto de partida do contorno, isto é, o comprimento da reta é obtido quando a compensação do raio da ferramenta está ativada como a soma do raio da ferramenta e o valor programado do DISR. O raio da ferramenta apenas será considerado se ele for positivo.
  O comprimento da reta resultante deve ser positivo, isto é, os valores negativos para o DISR serão permitidos enquanto o valor do DISR for menor que o raio da ferramenta.

- Aproximação/afastamento com círculos

  O DISR indica o raio da trajetória do centro da ferramenta. Se a correção do raio da ferramenta estiver ativa, será gerado um círculo com este raio, que também neste caso resulta na trajetória do centro da ferramenta com o raio programado.

Distância do ponto do plano de usinagem (DISCL) (veja a figura na seleção do contorno de aproximação ou de afastamento)

Se a posição do ponto P_2 deve ser indicada de forma absoluta no eixo perpendicular ao plano do círculo, então o valor deve ser programado na forma DISCL=AC(...).

Com DISCL=0 vale:

- Com G340: O movimento de aproximação inteiro é composto por apenas dois blocos (P_1, P_2 e P_3 são coincidentes). O contorno de aproximação é formado pelo P_1 ao P_4 .
- Com G341: O movimento de aproximação inteiro é composto por três blocos (P_2 e P_3 são coincidentes). Se P_0 e P_4 estiverem no mesmo plano, apenas são formados dois blocos (o movimento de penetração do P_1 ao P_3 é suprimido).
- Monitora-se o ponto definido pelo DISCL que está entre P_1 e P_3 , ou seja, em todos movimentos que possuem um componente perpendicular ao plano de usinagem, este componente deve possuir o mesmo sinal.
- Quando se detecta a inversão de sentido, é permitida uma tolerância definida através do dado de máquina WAB_CLEARANCE_TOLERANCE.

Programação do ponto final P4 na aproximação ou P0 no afastamento

Normalmente o ponto final é programado com X... Y... Z....

- **Programação na aproximação**
  - P_4 no bloco WAB
  - O P_4 é determinado através do ponto final do próximo bloco de deslocamento

    Entre o bloco WAB e o próximo bloco de deslocamento podem ser inseridos mais blocos sem movimento dos eixos geométricos.

Exemplo:

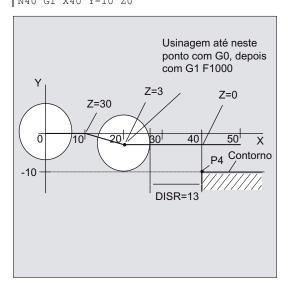
Código de programa	Comentário
`$TC_DP1[1,1]=120`	; Fresa T1/D1
`$TC_DP6[1,1]=7`	; Ferramenta com raio de 7 mm
`N10 G90 G0 X0 Y0 Z30 D1 T1`	
`N20 X10`	
`N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 Z=0 F1000`	
`N40 G1 X40 Y-10`	
`N50 G1 X50`	
`...`	

N30/N40 pode ser substituído por:

1.

Código de programa	Comentário
N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 X40 Y-10 Z0 F1000	

2.

Código de programa	Comentário
N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 F1000	
N40 G1 X40 Y-10 Z0	

- Programação no afastamento
  - No bloco WAB sem eixo geométrico programado, o contorno termina em P_2.
    A posição nos eixos, que formam o plano de usinagem, resulta do contorno de afastamento. O componente de eixo perpendicular é definido com DISCL. Se DISCL=0, o movimento será executado totalmente no plano.
  - Se no bloco WAB apenas o eixo perpendicular ao plano de usinagem estiver programado, o contorno termina em P_1. A posição dos demais eixos é obtida da forma anteriormente descrita. Se o bloco WAB (aproximação e afastamento suave) for ao mesmo tempo o bloco de desativação do WRK (compensação do raio da ferramenta), então será inserido um curso adicional do P_1 ao P_0 de modo que não seja produzido nenhum movimento na desativação da compensação do raio da ferramenta no fim do contorno.
  - Se foi programado apenas um eixo do plano de usinagem, o 2º eixo faltante é complementado de forma modal a partir de sua última posição no bloco anterior.
  - No bloco WAB sem eixo geométrico programado, o contorno termina em P_2. A posição nos eixos, que formam o plano de usinagem, resulta do contorno de afastamento. O componente de eixo perpendicular é definido com DISCL. Se DISCL=0, o movimento será executado totalmente no plano.

– Se no bloco WAB apenas o eixo perpendicular ao plano de usinagem estiver programado, o contorno termina em P_1. A posição dos demais eixos é obtida da forma anteriormente descrita. Se o bloco WAB (aproximação e afastamento suave) for ao mesmo tempo o bloco de desativação do WRK (compensação do raio da ferramenta), então será inserido um curso adicional do P_1 ao P_0 de modo que não seja produzido nenhum movimento na desativação da compensação do raio da ferramenta no fim do contorno.

– Se foi programado apenas um eixo do plano de usinagem, o 2º eixo faltante é complementado de forma modal a partir de sua última posição no bloco anterior.

Velocidades de aproximação e de afastamento

- Velocidade do bloco anterior (G0):

  Com esta velocidade são executados todos movimentos de P_0 até P_2, isto é, o movimento paralelo ao plano de usinagem e a parte do movimento de penetração até a distância de segurança.

- Programação com FAD:

  Indicação da velocidade de avanço com

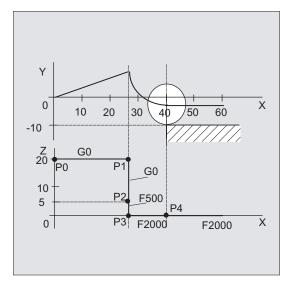
  – G341: Movimento de penetração perpendicular ao plano de usinagem do P_2 ao P_3

  – G340: Do ponto P_2 ou P_3 ao P_4
  Se o FAD não for programado, esta parte do contorno também será percorrida com a velocidade do bloco anterior ativada de forma modal, isto se o bloco WAB não tiver uma palavra F programada.

- Avanço F programado:

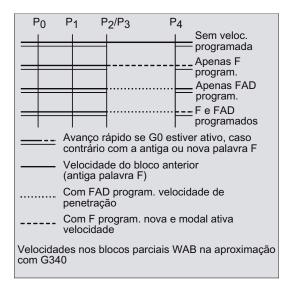
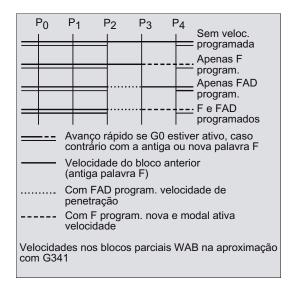
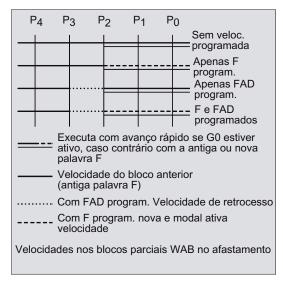
  Este valor de avanço é válido a partir do P_3 ou do P_2, caso o FAD não estiver programado. Se nenhuma palavra F não for programada no bloco WAB, atua a velocidade do bloco anterior.

Exemplo:

Código de programa	Comentário
`$TC_DP1[1,1]=120`	`; Fresa T1/D1`
`$TC_DP6[1,1]=7`	`; Ferramenta com raio de 7mm`
`N10 G90 G0 X0 Y0 Z20 D1 T1`	
`N20 G41 G341 G247 DISCL=AC(5) DISR=13 FAD 500 X40 Y-10 Z=0 F200`	
`N30 X50`	
`N40 X60`	
`...`	

No afastamento invertem-se os papéis de avanço ativado modalmente a partir do bloco anterior e do valor de avanço programado no bloco WAB, isto é, o contorno de afastamento propriamente dito é deslocado com o avanço antigo, uma velocidade nova programada com a palavra F serve a partir do P_2 até o P_0.

Velocidades nos blocos parciais WAB na aproximação com G340

Velocidades nos blocos parciais WAB na aproximação com G341

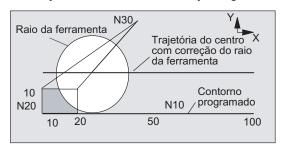
Velocidades nos blocos parciais WAB no afastamento

Leitura das posições

Durante a aproximação os pontos P_3 e P_4 podem ser lidos como variáveis de sistema em WCS.

- $P_APR: Leitura de P_3 (ponto de saída)
- $P_AEP: Leitura de P_4 (ponto inicial do contorno)
- $P_APDV: Leitura se o $P_APR e o $P_AEP contém valores válidos

10.4.2 Aproximação e afastamento com estratégias de afastamento ampliadas (G460, G461, G462)

Função

Em alguns casos geométricos especiais, ao ser ativada ou desativada a correção do raio da ferramenta é necessário utilizar estratégias especiais e ampliadas de aproximação e de afastamento frente à realização anterior com monitoração de colisões ativada. Assim, por exemplo, uma monitoração de colisões pode ter o efeito para que um segmento no contorno não seja usinado totalmente; veja a figura a seguir:

Esquema 10-3Comportamento de afastamento com G460

Sintaxe

```
G460
G461
G462
```

Significado

`G460`:	Como realizado até então (ativação da monitoração de colisões para bloco de aproximação e de afastamento)
`G461`:	Inserção de um círculo no bloco de compensação do raio da ferramenta (WRK), quando nenhum ponto de intersecção for possível, cujo centro se encontra no ponto final do bloco não corrigido, e cujo raio é igual ao raio da ferramenta. Até o ponto de intersecção é usinado com **círculo auxiliar** ao redor do ponto final do contorno (ou seja, até o fim do contorno).
`G462`:	Inserção de uma reta no bloco de correção do raio da ferramenta, quando nenhum ponto de intersecção for possível; o bloco é prolongado por uma tangente no ponto final (ajuste padrão). A usinagem é executada até o **prolongamento** do último elemento de contorno (ou seja, até pouco antes do fim do contorno).

Indicação

O comportamento de aproximação é simétrico ao comportamento de afastamento.

O comportamento de aproximação ou de afastamento é definido pelo estado do comando G no bloco de aproximação ou de afastamento. Por isso que o comportamento de aproximação pode ser ajustado independentemente do comportamento de afastamento.

Exemplos

Exemplo 1: Comportamento de afastamento com G460

A seguir sempre será representada apenas a situação com desativação da compensação do raio da ferramenta. O comportamento para a aproximação é totalmente análogo.

Código de programa	Comentário
G42 D1 T1	; Raio de ferramenta de 20mm
...	
G1 X110 Y0	
N10 X0	
N20 Y10	
N30 G40 X50 Y50	

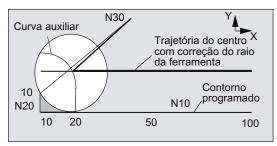
Exemplo 2: Aproximação com G461

Código de programa	Comentário
N10 $TC_DP1[1,1]=120	; Tipo de ferramenta fresa
N20 $TC_DP6[1,1]=10	; Raio da ferramenta
N30 X0 Y0 F10000 T1 D1	
N40 Y20	
N50 G42 X50 Y5 G461	
N60 Y0 F600	
N70 X30	
N80 X20 Y-5	
N90 X0 Y0 G40	
N100 M30	

Outras informações

G461

Quando não é possível encontrar nenhum ponto de intersecção entre o bloco de compensação do raio de ferramenta (WRK) e o bloco anterior, a curva de offset deste bloco é prolongada com um círculo, cujo centro se encontra no ponto final do bloco não corrigido, e cujo raio é igual ao raio da ferramenta.

O comando tenta buscar o ponto intersecção entre este círculo e o círculo do bloco anterior.

Esquema 10-4Comportamento de afastamento com G461

Monitoração de colisões CDON, CDOF

Quando um ponto de intersecção for encontrado e o CDOF estiver ativo (veja a secção Monitoração de colisões, CDON, CDOF), a localização será interrompida, isto é, não será realizado um controle se ainda existem pontos de intersecção com outros blocos anteriores.

Com o CDON ativo é continuada a busca de outros pontos de intersecção, mesmo quando um ponto de intersecção for encontrado.

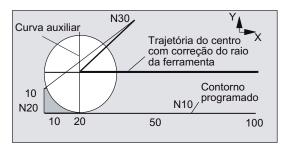
Um ponto de intersecção encontrado destes é o novo ponto final de um bloco anterior e o ponto de partida do bloco de desativação. O círculo inserido serve apenas para cálculo do ponto de intersecção e ele próprio não produz nenhum movimento de deslocamento.

Indicação

Se não for encontrado nenhum ponto de intersecção, será emitido o alarme 10751 (perigo de colisão).

G462

Se não for possível encontrar nenhum ponto de intersecção do último bloco de compensação do raio de ferramenta (WRK) com um bloco anterior, ao ser realizado o afastamento com G462 (ajuste básico) será inserida uma reta no ponto final do último bloco com compensação do raio da ferramenta (o bloco é prolongado através de sua tangente no ponto final).

A localização do ponto de intersecção transcorre de forma idêntica ao G461.

Comportamento de afastamento com G462 (veja o exemplo)

Com G462 não se usina o canto formado do N10 ao N20 no programa de exemplo da forma que seria possível com a ferramenta utilizada. Mesmo assim este comportamento ainda pode ser necessário quando o contorno parcial (desviado do contorno programado) no exemplo à esquerda do N20 não deve ser violado mesmo com valores de y acima de 10 mm.

Comportamento em cantos com KONT

Se o KONT estiver ativo (contornar o contorno no ponto de partida ou no ponto final), é feita a distinção se o ponto final encontra-se antes ou depois do contorno.

- Ponto final antes do contorno

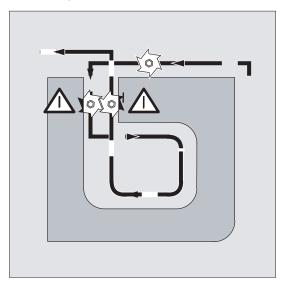
  Se o ponto final estiver situado antes do contorno, então o comportamento de afastamento será igual como no NORM. Esta propriedade tampouco se altera se o último bloco de contorno com G451 for prolongado com uma reta ou um círculo. Não são necessárias estratégias extras de desvio para evitar violações de contorno nas proximidades do ponto final do contorno.

- Ponto final atrás do contorno

  Se o ponto final estiver situado atrás do contorno, sempre dependendo do G450/G451, será inserido um círculo ou uma reta. Então o G460 - G462 não possui nenhum significado. Se, nesta situação, o último bloco de deslocamento não possui nenhum ponto de intersecção com o bloco anterior, pode ser produzido um ponto de intersecção com o elemento de contorno inserido ou com o trecho de reta do ponto final do círculo de desvio até o ponto final programado.
  Se o elemento de contorno inserido for um círculo (G450), e este formar um ponto de intersecção com o bloco anterior, este será idêntico ao ponto de intersecção que seria produzido no NORM e no G461. Geralmente ainda resta um trecho adicional do círculo a ser percorrido. Para a parte linear do bloco de afastamento não é mais necessário nenhum cálculo de ponto de intersecção.
  Em segundo caso, quando não se encontra nenhum ponto de intersecção do elemento de contorno inserido com os blocos anteriores, é realizado o deslocamento até o ponto de intersecção entre a reta de afastamento e um bloco anterior.
  Dessa forma, com G461 ou G462 ativo, apenas se pode produzir um comportamento alterado frente ao G460, se o NORM estiver ativo, ou se por razões geométricas o comportamento com KONT for idêntico ao do NORM.

10.5 Monitoração de colisões (CDON, CDOF, CDOF2)

Função

Quando a compensação do raio da ferramenta estiver ativa, a monitoração de colisão controla as trajetórias da ferramenta através da análise (cálculos) antecipada da geometria do contorno. Dessa forma as possíveis colisões são detectadas em tempo hábil para que o comando possa evitá-las ativamente.

A monitoração de colisão pode ser ativada e desativada no programa NC.

Sintaxe

```
CDON
CDOF
CDOF2
```

Significado

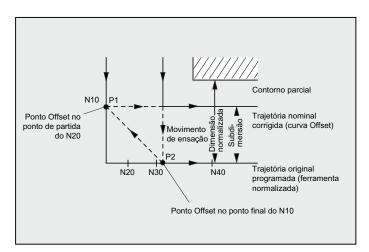
`CDON`:	Comando para **ativar** a monitoração de colisão.
`CDOF`:	Comando para **desativar** a monitoração de colisão. Para o atual bloco, com a monitoração de colisão desativada, é realizada a busca por um ponto de intersecção comum no bloco de deslocamento **anterior** (em cantos internos), eventualmente também em outros blocos anteriores. **Nota:** Com `CDOF` se evita a detecção incorreta de pontos estreitos que, por exemplo, resulta de informações incompletas, que não estão mais disponíveis no programa NC.
`CDOF2`:	Comando para **desativar** a monitoração de colisão **no fresamento periférico 3D**. Com `CDOF2` é determinado o sentido da correção da ferramenta a partir de partes vizinhas do bloco. O `CDOF2` somente atua no fresamento periférico 3D e em todos demais tipos de usinagem (p. ex. fresamento de topo 3D) tem o mesmo significado como o `CDOF`.

Indicação

O número de blocos NC que são controlados na monitoração de colisão pode ser ajustado através de dado de máquina.

Exemplo

Fresamento na trajetória do centro com ferramenta normalizada

O programa NC descreve a trajetória do centro de uma ferramenta normalizada. O contorno para uma ferramenta utilizada atualmente produz uma dimensão menor que é representada na seguinte figura de uma forma bem maior do que a real, apenas para melhor representar as condições geométricas. Além disso, partimos do princípio de que o comando abrange apenas três blocos.

Esquema 10-5Movimento de compensação na falta de ponto de intersecção

Visto que existe apenas um ponto de intersecção entre as curvas de offset nos dois blocos N10 e N40, devem ser omitidos os blocos N20 e N30. No exemplo, o comando ainda não conhece o bloco N40, se o N10 deve ser executado totalmente. Com isso pode-se omitir apenas um único bloco.

Com `CDOF2` ativo, o movimento de compensação representado na figura é executado e não será parado. Nesta situação um `CDOF` ou `CDON` produziria um alarme.

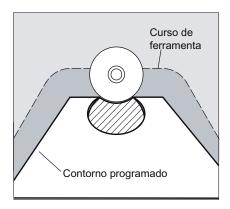
Outras informações

Teste do programa

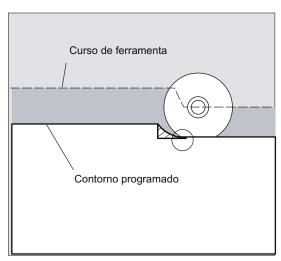
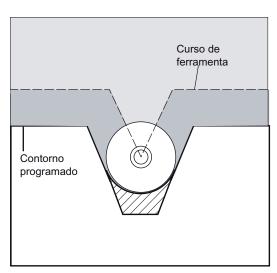
Para evitar paradas de programa, sempre deve ser empregada a ferramenta de maior raio das ferramentas desta série durante o teste de programa.

Exemplos para movimentos de compensação em situações críticas de usinagem

Os seguintes exemplos mostram situações críticas de usinagem que são detectadas pelo comando e compensadas através de trajetórias alteradas da ferramenta. Em todos os exemplos foi selecionada uma ferramenta com raio demasiadamente grande para produção do contorno.

Exemplo 1: Detecção de gargalos de garrafa

Visto que o raio de ferramenta selecionado para produção deste contorno interno é muito grande, o "gargalo de garrafa" será contornado.

É emitido um alarme.

Exemplo 2: Trajetória de contorno menor que o raio da ferramenta

A ferramenta contorna o canto da peça seguindo um círculo de transição e desloca-se exatamente na trajetória programada para continuar no decurso do contorno.

Exemplo 3: Raio de ferramenta muito grande para usinagem interna

Nestes casos os contornos somente são usinados até o ponto em que for possível sem violar o contorno.

Literatura

Manual de funções básicas; Correção de ferramenta (W1); capítulo: "Monitoração de colisão e detecção de gargalos de garrafa"

10.6 Correção de ferramenta 2D (CUT2D, CUT2DF)

Função

Através da indicação dos comandos CUT2D ou CUT2DF definimos como a correção do raio da ferramenta deverá agir e ser calculada nas operações de usinagem em planos inclinados.

Correção do comprimento da ferramenta

A correção do comprimento da ferramenta geralmente é calculada no plano de trabalho não girado e fixo no espaço.

Correção do raio da ferramenta 2D com ferramentas de contornos

A correção do raio da ferramenta para ferramentas de contornos serve para seleção automática de cortes para ferramentas que não são simétricas na rotação com as quais se pode usinar peça a peça segmentos de contorno individuais.

Sintaxe

```
CUT2D
CUT2DF
```

A correção do raio da ferramenta 2D para ferramentas de contornos é ativada quando se programa com `CUT2D` ou `CUT2DF` um dois sentidos de usinagem G41 ou G42.

Indicação

Quando a correção do raio da ferramenta não está ativa, uma ferramenta de contorno se comporta como uma ferramenta normal, que apenas consiste do primeiro corte.

Significado

`CUT2D`:	Ativação da correção do raio 2 1/2 D (ajuste padrão)
`CUT2DF`:	Ativação da correção do raio 2 1/2 D, correção do raio da ferramenta relativa ao atual Frame ou aos planos inclinados.

O uso do CUT2D faz sentido quando a orientação da ferramenta não pode ser alterada e quando a peça é girada de acordo com a usinagem de superfícies inclinadas.

O CUT2D geralmente é aplicado como ajuste padrão e por isso que ele não precisa indicado explicitamente.

Número de cortes de ferramentas de contornos

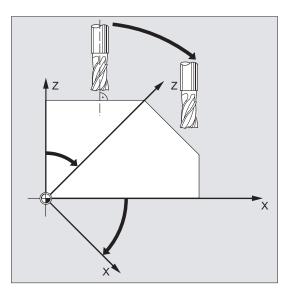
Em cada ferramenta de contornos podem ser atribuídos até 12 cortes em qualquer ordem.

Fabricante da máquina

O tipo de ferramenta válido para ferramentas não simétricas na rotação e o número máximo de cortes Dn = D1 até D12 é definido pelo fabricante da máquina através de dados de máquina. Consulte o fabricante da máquina se não estiverem disponíveis os 12 cortes.

Outras informações

Correção do raio da ferramenta, CUT2D

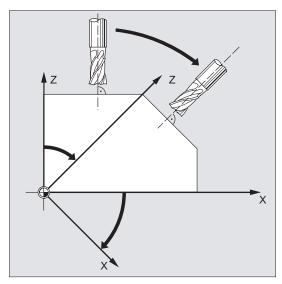
Na maioria das aplicações as correções de comprimento e de raio da ferramenta são realizadas no plano de trabalho **fixo no espaço** definido com G17 até G19.

Exemplo G17 (plano X/Y):

A correção do raio da ferramenta atua no plano X/Y não girado, a correção do comprimento da ferramenta no sentido Z.

Valores de correção da ferramenta

Para a usinagem de superfícies inclinadas devem ser definidos os respectivos valores de correção da ferramenta, ou calculados através do emprego das funcionalidades da "Correção do comprimento da ferramenta para ferramentas orientáveis". Para uma descrição mais detalhadas sobre esta opção de cálculo, veja o capítulo "Orientação da ferramenta e correção do comprimento da ferramenta".

Compensação do raio da ferramenta, CUT2DF

Neste caso existe a possibilidade na máquina de se ajustar a orientação da ferramenta perpendicularmente ao plano de trabalho inclinado.

Se for programado um Frame que contém uma rotação, com o CUT2DF o plano de correção será girado junto. A correção do raio da ferramenta é calculado no plano de usinagem girado.

Indicação

A correção do comprimento da ferramenta continua atuando relativa ao plano de trabalho não girado.

Definição de ferramentas de contornos, CUT2D, CUT2DF

Uma ferramenta de contornos é definida através do número de cortes de acordo com os números D, que pertencem a um número T. O primeiro corte de uma ferramenta de contornos é o corte que é selecionado na ativação da ferramenta. Se, por exemplo, é ativado D5 com T3 D5, então este corte e os cortes posteriores definem a ferramenta de contornos com uma parte ou em seu conjunto. Os cortes anteriores serão ignorados.

Literatura

Manual de funções básicas; Compensação de ferramenta (W1)

10.7 Manter correção do raio da ferramenta constante (CUTCONON, CUTCONOF)

Função

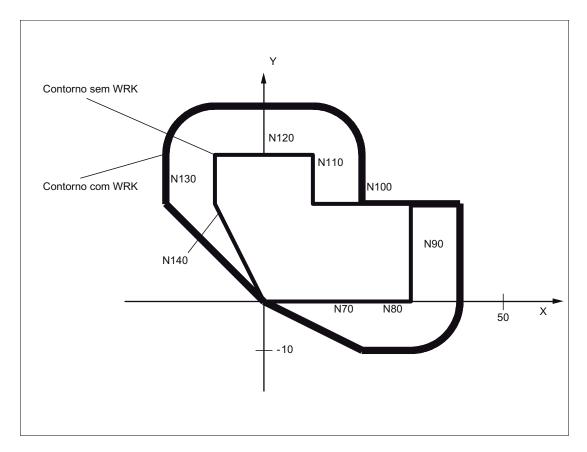
A função "Manter a correção do raio da ferramenta constante" serve para que a correção do raio da ferramenta seja suprimida por um determinado número de blocos, sendo que a diferença formada através da correção do raio da ferramenta nos blocos entre a trajetória programada e a trajetória real percorrida do centro da ferramenta é mantida como deslocamento. Ela pode ser empregada de forma vantajosa, por exemplo, se no fresamento de linhas forem necessários vários blocos de deslocamento nos pontos de inversão, mas estes não forem desejados nos contornos (estratégias de desvio) produzidos pela compensação do raio da ferramenta. Ela pode ser aplicada independentemente do tipo de correção do raio da ferramenta ($2^1/_2$D, fresamento de topo 3D, fresamento periférico 3D).

Sintaxe

```
CUTCONON
CUTCONOF
```

Significado

`CUTCONON`:	Comando para ativação da função "Manter a correção do raio da ferramenta constante"
`CUTCONOF`:	Comando para desativação da função "Manter a correção do raio da ferramenta constante"

Exemplo

Código de programa	Comentário
N10	; Definição da ferramenta d1.
N20 $TC_DP1[1,1]= 110	; Tipo
N30 $TC_DP6[1,1]= 10.	; Raio
N40	
N50 X0 Y0 Z0 G1 G17 T1 D1 F10000	
N60	
N70 X20 G42 NORM	
N80 X30	
N90 Y20	
N100 X10 CUTCONON	; Ativação da supressão da correção.
N110 Y30 KONT	; Ao desativar a supressão do contorno é inserido um círculo de desvio, se necessário.
N120 X-10 CUTCONOF	
N130 Y20 NORM	; Nenhum círculo de desvio ao desativar a correção do raio da ferramenta.
N140 X0 Y0 G40	
N150 M30	

Outras informações

Em casos normais a correção do raio da ferramenta está ativa antes da ativação da supressão da correção, e ela ainda permanece ativa quando a supressão da correção for desativada novamente. No último bloco de deslocamento antes do `CUTCONON` é realizado o movimento até o ponto de offset no ponto final do bloco. Todos blocos seguintes, onde a supressão da correção estiver ativa, serão executados sem correção. Entretanto, eles são movidos com o vetor do ponto final do último bloco de correção até seu ponto de offset. O tipo de interpolação destes blocos (linear, circular, polinomial) pode ser qualquer um.

O bloco de desativação da supressão da correção, ou seja, o bloco que contém o `CUTCONOF`, é corrigido normalmente. Ele começa no ponto de offset do ponto de partida. Um bloco linear é inserido entre o ponto final do bloco anterior, ou melhor, entre o último bloco de deslocamento programado com o `CUTCONON` ativo e este ponto.

Os blocos circulares, nos quais o plano do círculo é perpendicular ao plano de correção (círculos verticais), são tratados como se neles estivesse programado o `CUTCONON`. A ativação implícita da supressão da correção é automaticamente desfeita no primeiro bloco de deslocamento que contém um movimento de deslocamento no plano de correção e não for nenhum círculo do gênero. Para este propósito os círculos verticais somente podem ocorrer no fresamento periférico.

10.8 Ferramentas com posição definida de corte

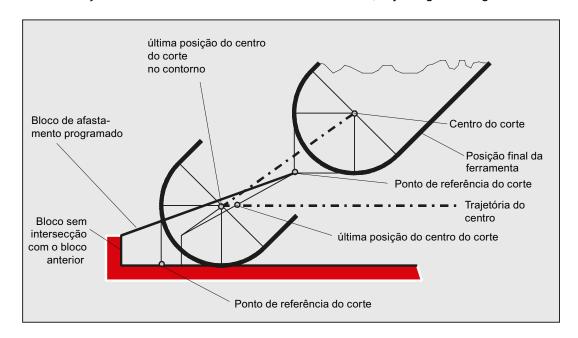
Em ferramentas com posição definida de corte (ferramentas de tornear e retificar, tipos de ferramenta 400-599 (veja o capítulo "Avaliação de sinais de desgaste"), uma mudança de G40 para G41/G42 e vice-versa é tratada como uma troca de ferramentas. Isto gera uma parada de pré-processamento (parada de decodificação) com uma transformação (p. ex. TRANSMIT) ativa e com isso resultam eventualmente desvios do contorno parcial desejado.

A funcionalidade original se altera em função do(a):

1. Parada de pré-processamento com TRANSMIT
2. Cálculo dos pontos de intersecção na aproximação e afastamento com KONT
3. Troca de uma ferramenta com correção do raio da ferramenta ativa
4. Correção do raio da ferramenta com orientação de ferramenta variável na transformação

Outras informações

A funcionalidade original foi alterada da seguinte forma:

- A mudança de G40 para G41/G42 e vice-versa não é mais tratada como troca de ferramentas. Por isso que com o TRANSMIT não ocorre mais uma parada de pré-processamento.
- Para o cálculo de pontos de intersecção com o bloco de aproximação ou de afastamento é utilizada a reta entre os centros de corte no início do e no fim do bloco. A diferença entre o ponto de referência do corte e o centro do corte é sobreposta neste movimento. Na aproximação e afastamento com KONT (ferramenta contorna o ponto do contorno; veja a secção anterior "Aproximar e afastar do contorno") a sobreposição é realizada no bloco parcial linear do movimento de aproximação ou de afastamento. Por isso que as condições geométricas são idênticas em ferramentas com ou sem posição definida de corte. As diferenças com o comportamento usual resultam apenas em casos relativamente raros, onde o bloco de aproximação e de afastamento forma um ponto de intersecção com um bloco de deslocamento não vizinho, veja a figura a seguir:

- A troca de uma ferramenta com correção do raio de ferramenta ativa, onde é alterada a distância entre o centro do corte e o ponto de referência do corte, está proibida em blocos circulares e em blocos de deslocamento com polinômios racionais com um grau de denominador > 4. Ao contrário de estados anteriores, para outros tipos de interpolação também é permitida uma troca com a transformação (p. ex. TRANSMIT) ativa.
- Na correção do raio da ferramenta com orientação de ferramenta variável não será possível realizar a transformação do ponto de referência até o centro do corte através de um simples deslocamento de ponto zero. Por isso que as ferramentas com posição definida de corte estão proibidas no fresamento periférico em 3D (alarme).

Indicação

Para o fresamento de topo este assunto não é relevante, visto que neste caso apenas é permitido o uso de tipos de ferramentas sem posição definida de corte. (As ferramentas que não podem ser descritas com um tipo de ferramenta existente são tratadas como fresas de ponta esférica com o raio especificado. A indicação de uma posição de corte será ignorada.)

Comportamento no percurso 11

11.1 Parada exata (G60, G9, G601, G602, G603)

Função

A parada exata é um modo de deslocamento onde, no fim de cada bloco de deslocamento, todos os eixos de percurso envolvidos no movimento de deslocamento e eixos adicionais, que não se deslocam com extensão à outros blocos, são desacelerados até a total parada.

A parada exata é utilizada quando são produzidos cantos externos vivos ou quando os cantos internos devem ser acabados na medida exata.

Com o critério de parada exata se define a exatidão com que o canto (esquina) deve ser aproximado e quando deve ser realizada a transição para o próximo bloco:

- "Parada exata fina"

  A mudança de blocos é realizada assim que todos os eixos envolvidos no movimento de deslocamento alcançarem os limites de tolerância específicos de eixo para "Parada exata fina".

- "Parada exata aproximada"

  A mudança de blocos é realizada assim que todos os eixos envolvidos no movimento de deslocamento alcançarem os limites de tolerância específicos de eixo para "Parada exata aproximada".

- "Fim de interpolador"

  A mudança de blocos é realizada assim que o comando processar a velocidade nominal zero para todos os eixos envolvidos no movimento de deslocamento. A posição real e o erro de seguimento dos eixos envolvidos não são considerados.

Indicação

Os limites de tolerância para "Parada exata fina" e "Parada exata aproximada" podem ser ajustados para cada eixo através de dados de máquina.

Sintaxe

```
G60 ...
G9 ...
G601/G602/G603 ...
```

Significado

`G60`:	Comando para ativação da parada exata ativada **modalmente**
`G9`:	Comando para ativação da parada exata ativada **por blocos**
`G601`:	Comando para ativação do critério de parada exata "**Parada exata fina**"
`G602`:	Comando para ativação do critério de parada exata "**Parada exata aproximada**"
`G603`:	Comando para ativação do critério de parada exata "**Fim de interpolador**"

Indicação

Os comandos para ativação dos critérios de parada exata (`G601` / `G602` / `G603`) somente terão efeito com o `G60` ou o `G9` ativo!

Exemplo

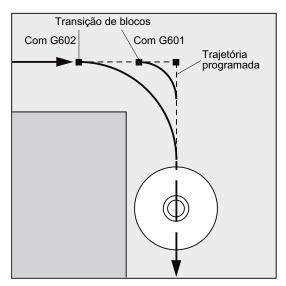
Código de programa	Comentário
N5 G602	; Critério "Parada exata aproximada" selecionado.
N10 G0 G60 Z...	; Parada exata ativa modalmente.
N20 X... Z...	; G60 segue atuando.
...	
N50 G1 G601	; Critério "Parada exata fina" selecionado.
N80 G64 Z...	; Comutação para modo de controle da trajetória.
...	
N100 G0 G9	; A parada exata atua somente neste bloco.
N110 ...	; O modo de controle de trajetória está ativo novamente.

Outras informações

G60, G9

O `G9` gera a parada exata no atual bloco, o `G60` no atual bloco e nos blocos seguintes.

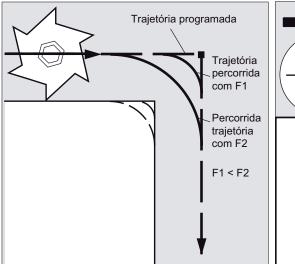
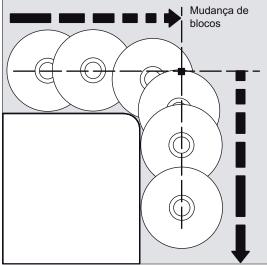
Com os comandos do modo de controle de trajetória `G64` ou `G641` - `G645` se desativa o `G60`.

G601, G602

O movimento é desacelerado e no canto (esquina) chega a parar brevemente.

Indicação

Os limites para o critério de parada exata somente deveriam ser apertados apenas o necessário. Quanto mais apertados os limites, quanto maior é o tempo gasto para compensar a posição e para aproximar a posição de destino.

G603

A mudança de blocos é iniciada quando o comando processar a velocidade nominal zero para todos os eixos envolvidos. Neste momento o valor real – em função da dinâmica dos eixos e da velocidade de percurso – será recuado por um erro de seguimento. Isto permite suavizar os cantos da peça.

Critério de parada exata projetado

Para `G0` e os demais comandos do 1º grupo de funções G pode-se definir especificamente por canal, que seja usado um critério pré-determinado e diferente do critério de parada exata programado (veja as informações do fabricante da máquina!).

Literatura

Manual de funções básicas; Modo de controle da trajetória, Parada exata, LookAhead (B1)

11.2 Modo de controle da trajetória (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS)

Função

Em modo de controle da trajetória a velocidade de percurso no fim do bloco, e no momento da mudança de blocos, não é desacelerada até uma velocidade que permita o alcance do critério da parada exata. Pelo contrário, o objetivo é evitar uma maior frenagem dos eixos de percurso no ponto de mudança dos blocos, para que a mesma velocidade de percurso seja passada da forma mais uniforme para o próximo bloco. Para alcançar este objetivo, com a ativação do modo de controle da trajetória ativa-se também a função "Controle de velocidade antecipado (LookAhead)".

O modo de controle da trajetória com suavização significa que as transições de blocos em forma de dobra resultantes de alterações do decurso programado sejam formadas e suavizadas de modo tangencial.

O modo de controle da trajetória realiza:

- um arredondamento do contorno
- tempos de usinagem mais curtos através da ausência dos processos de desaceleração e aceleração, que são necessários para o alcance do critério da parada exata.
- melhores condições de corte resultantes do decurso uniforme de velocidade.

O modo de controle da trajetória é útil quando:

- um contorno deve ser percorrido com o mínimo de solavancos (p. ex. com avanço rápido).
- o decurso exato no quadro de um critério de falha pode desviar do programado, para gerar um decurso sempre uniforme.

O modo de controle da trajetória não pode ser útil quando:

- um contorno deve ser percorrido com exatidão.
- a constância de velocidade absoluta é necessária.

Indicação

O modo de controle da trajetória é interrompido por blocos que disparam implicitamente uma parada de pré-processamento, p. ex. através do(a):

- Acesso à determinados dados de estado da máquina ($A...)
- Emissão de funções auxiliares

Sintaxe

```
G64 ...
G641 ADIS=…
G641 ADISPOS=…
G642 ...
G643 ...
G644 ...
G645 ...
```

Significado

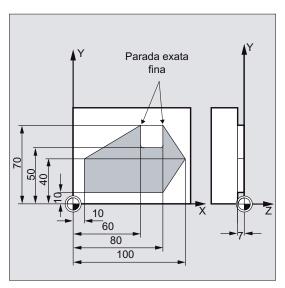
`G64`:	Modo de controle da trajetória com redução de velocidade conforme fator de sobrecarga
`G641`:	Modo de controle da trajetória com suavização conforme critério de percurso
`ADIS=...` :	Critério de percurso no `G641` para as funções de trajetória `G1`, `G2`, `G3`, …
`ADISPOS=...` :	Critério de percurso no `G641` para avanço rápido `G0` O critério de percurso (= distância de suavização) `ADIS` ou `ADISPOS` descreve o percurso onde o bloco de suavização pode iniciar pouco antes do fim do bloco, ou o percurso após o fim do bloco, onde o bloco de suavização deve estar finalizado. **Nota:** Se não for programado nenhum `ADIS/ADISPOS`, então será aplicado o valor "zero" e com isso o procedimento de deslocamento como no `G64`. Em percursos curtos a distância de suavização é reduzida automaticamente (até o máx. de 36 %).
`G642`:	Modo de controle da trajetória com suavização com a conservação de tolerâncias definidas Neste modo, em casos normais, a suavização é realizada com a preservação do desvio de percurso máximo permitido. No lugar desta tolerância específica de eixo, também pode ser configurada a preservação do desvio de contorno máximo (tolerância de contorno) ou do desvio angular máximo da orientação da ferramenta (tolerância de orientação). **Nota:** A ampliação da tolerância de contorno e de orientação somente existe em sistemas com a presença do opcional "Interpolação de polinômios".
`G643`:	Modo de controle da trajetória com suavização com a conservação de tolerâncias definidas (interno de bloco) Com `G643`, ao contrário do `G642`, não se forma um bloco de suavização próprio, mas são inseridos movimentos de suavização internos do bloco que são específicos para os eixos. O percurso de suavização pode ser diferente para cada eixo.
`G644`:	Modo de controle da trajetória com suavização com o máximo possível de dinâmica **Nota:** `G644` não pode ser realizado com a transformação cinemática ativa. Internamente é comutado para `G642`.
`G645`:	Modo de controle da trajetória com suavização de cantos e transições de blocos tangenciais com preservação de tolerâncias definidas O `G645` trabalha nos cantos de modo igual ao `G642`. Com o `G645` somente são formados blocos de suavização inclusive nas transições de bloco tangenciais, quando o decurso curvado do contorno original apresenta um salto em pelo menos um dos eixos.

Indicação

A suavização não substitui o arredondamento de cantos (`RND`). O usuário não tem como prever a aparência do contorno na área de suavização. O tipo de suavização, principalmente, também pode depender de condições dinâmicas, como p. ex. a velocidade de percurso. Por isso que a suavização no contorno somente tem sentido com valores muito pequenos de `ADIS`. Se no canto deve ser percorrido um contorno definido, então deve ser utilizado o `RND`.

ATENÇÃO

Se um movimento de suavização gerado for interrompido por `G641`, `G642`, `G643` ou `G644`, no próximo reposicionamento (REPOS) não será aproximado o ponto de interrupção, mas o canto inicial ou final do bloco de deslocamento original (dependendo do modo REPOS).

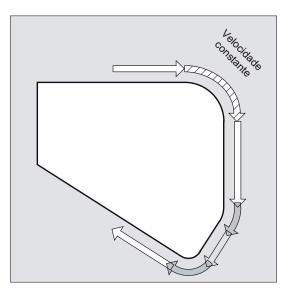
Exemplo

Os dois cantos externos na ranhura devem ser aproximados de forma exata. Caso contrário, deve ser produzido em modo de controle da trajetória.

Código de programa	Comentário
N05 DIAMOF	; Raio como dimensão.
N10 G17 T1 G41 G0 X10 Y10 Z2 S300 M3	; Aproximação da posição de partida, ligação do fuso, correção de trajetória.
N20 G1 Z-7 F8000	; Penetração da ferramenta.
N30 G641 ADIS=0.5	; As transições de contorno são suavizadas.
N40 Y40	
N50 X60 Y70 G60 G601	; Aproximação da posição exata com a função de parada exata fina.
N60 Y50	
N70 X80	

Código de programa	Comentário
N80 Y70	
N90 G641 ADIS=0.5 X100 Y40	; As transições de contorno são suavizadas.
N100 X80 Y10	
N110 X10	
N120 G40 G0 X-20	; Desativação da correção de trajetória.
N130 Z10 M30	; Afastamento de ferramenta, fim de programa.

Outras informações

Modo de controle da trajetória G64

Em modo de controle da trajetória a ferramenta se desloca em transições tangenciais de contorno com a velocidade de percurso mais constante possível (sem desaceleração nos limites dos blocos). Antes dos cantos e blocos com parada exata é executada uma desaceleração antecipada (LookAhead).

Os cantos também são percorridos com velocidade constante. Para reduzir as falhas de contorno, a velocidade é reduzida atendendo os limites de aceleração e um fator de sobrecarga.

Indicação

A intensidade com que as transições de contorno são suavizadas depende da velocidade de avanço e do fator de sobrecarga. O fator de sobrecarga pode ser ajustado no MD32310 $MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR.

Com a definição do dado MD20490 $MC_IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS as transições de blocos sempre são suavizadas independentemente do fator de sobrecarga ajustado.

Para evitar uma parada de trajetória indesejada (retirada de ferramenta!), devem ser observados os seguintes itens:

- As funções auxiliares que se ativam após o fim do movimento ou antes do próximo movimento ser acionado, interrompem o modo de controle da trajetória (Exceção: Funções auxiliares rápidas).
- Os eixos de posicionamento sempre se deslocam conforme o princípio de parada exata, a janela de posicionamento fino (como o `G601`). Se em um bloco NC se deve esperar pelos eixos de posicionamento, o modo de controle da trajetória dos eixos de percurso será interrompido.

Os blocos intermediários programados apenas com comentários, blocos de cálculo ou chamadas de subrotinas não têm nenhuma influência sobre o modo de controle da trajetória.

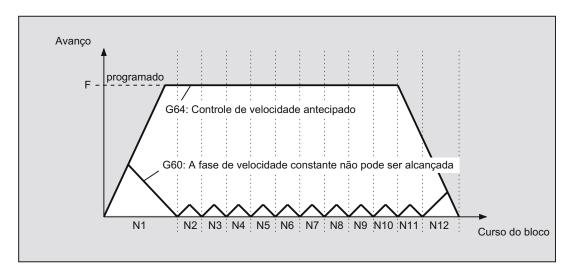
Indicação

Se nem todos os eixos de percurso estiverem contidos no `FGROUP`, então nas transições de blocos frequentemente será produzido um salto de velocidade nos eixos contidos, o qual é limitado pelo comando através da redução da velocidade na mudança de blocos conforme o valor permitido pelo MD32300 $MA_MAX_AX_ACCEL e pelo MD32310 $MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR. Esta desaceleração pode ser evitada ao ser desfeita a relação de posição estabelecida dos eixos de percurso mediante uma suavização.

Controle de velocidade antecipado LookAhead

No modo de controle da trajetória, o comando determina automaticamente o controle de velocidade antecipado ao longo de vários blocos NC. Dessa forma pode-se acelerar e desacelerar ao passar de um bloco para outro nas transições tangenciais.

Através do controle de velocidade antecipado são produzidas principalmente sequências de movimentos compostas por percursos muito curtos e com altas velocidades de avanço de percurso.

O número máximo de blocos NC compreendido no controle antecipado pode ser ajustado através de dado de máquina.

Modo de controle da trajetória com suavização conforme critério de percurso (G641)

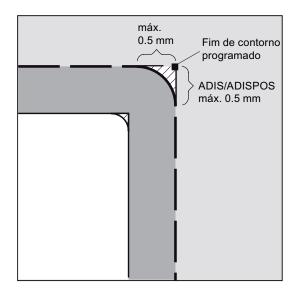
Com o G641 o comando numérico insere elementos de transição nas transições de contorno. Com a distância de suavização ADIS (ou ADISPOS com G0) especifica-se a intensidade de suavização máxima aplicada nos cantos. Dentro da distância de suavização, o comando está livre para dissolver a relação de percurso e substituir por um percurso dinamicamente ideal.

Desvantagem: Apenas um valor ADIS está disponível para todos os eixos.

O G641 atua de modo similar ao RNDM, mas não está limitado aos eixos do plano de trabalho.

Como o G64, o G641 trabalha com controle de velocidade antecipado LookAhead. Os blocos de suavização com grande curvatura são percorridos com velocidade reduzida.

Exemplo:

Código de programa	Comentário
N10 G641 ADIS=0.5 G1 X... Y...	; O bloco com a suavização pode iniciar 0,5 mm antes do fim de bloco programado e deve ser finalizado 0,5 mm após o fim do bloco. Este ajuste permanece ativo de forma modal.

Indicação

A suavização não pode e nem deve substituir as funções de alisamento definido (RND, RNDM, ASPLINE, BSPLINE e CSPLINE).

Suavização com precisão axial com G642

Com o G642 a suavização não é realizada dentro de uma área ADIS definida, mas são preservadas as tolerâncias por eixo definidas com o
MD33100 $MA_COMPRESS_POS_TOL. O percurso de suavização é determinado a partir do percurso de suavização mais curto de todos os eixos. Este valor é considerado na geração de um bloco de suavização.

Suavização interna de bloco com G643

Os desvios máximos do contorno exato na suavização são definidos com o G643 através do dado de máquina MD33100 $MA_COMPRESS_POS_TOL para cada eixo.

Com G643 não se forma um bloco de suavização próprio, mas são inseridos movimentos de suavização internos do bloco que são específicos para os eixos. Com G643 o percurso de suavização de cada eixo pode ser diferente.

Suavização com tolerância de contorno e de orientação com G642/G643

Com o MD20480 $MC_SMOOTHING_MODE, a suavização com G642 e G643 pode ser configurada de modo que, no lugar das tolerâncias específicas de eixo, seja possível ativar uma tolerância de contorno e uma tolerância de orientação.

As tolerâncias de contorno e de orientação são ajustadas nos dados de ajuste específicos de canal:

SD42465 $SC_SMOOTH_CONTUR_TOL (desvio máximo do contorno)

SD42466 $SC_SMOOTH_ORI_TOL (desvio angular máximo da orientação de ferramenta)

Os dados de ajuste podem ser programados no programa NC e com isso podem ser especificados de modo diferente para cada transição de blocos. As especificações muito diferentes para a tolerância de contorno e para a tolerância da orientação somente têm efeito no G643.

Indicação

A ampliação da tolerância de contorno e de orientação somente existe em sistemas com a presença do opcional "Interpolação de polinômios".

Indicação

Para a suavização sob preservação da tolerância de orientação deve estar ativa uma transformação de orientação.

Suavização com a máxima dinâmica possível com G644

A suavização com a máxima dinâmica possível é configurada com o MD20480 $MC_SMOOTHING_MODE na posição da milhar:

Valor	Significado
0	Especificação dos desvios axiais máximos com: MD33100 $MA_COMPRESS_POS_TOL
1	Especificação do percurso de suavização máximo através da programação do: ADIS=... ou ADISPOS=...

Valor	Significado
2	Especificação das frequências máximas que se produzem em cada eixo na área de suavização com: MD32440 $MA_LOOKAH_FREQUENCY A área de suavização se define de modo que, no movimento de suavização, não seja produzida nenhuma frequência que exceda a frequência máxima especificada.
3	Na suavização com `G644` não é monitorada a tolerância nem a distância de suavização. Cada eixo desloca-se em torno de um canto com a máxima dinâmica possível. Com `SOFT` são preserva-se tanto a aceleração máxima como o solavanco máximo de cada eixo. Com `BRISK` não se limita o solavanco, mas cada eixo se desloca com a máxima aceleração possível.

Suavização de transições de blocos tangenciais com G645

O movimento de suavização com o `G645` é definido de modo que todos os eixos envolvidos não sofram nenhum salto durante a aceleração e que os desvios máximos parametrizados em relação ao contorno original (MD33120 $MA_PATH_TRANS_POS_TOL) não sejam ultrapassados.

Nas transições de blocos de forma dobrada, não tangencial, o comportamento de suavização é igual como no `G642`.

Nenhum bloco de intermediário de suavização

Nos seguintes casos não é inserido nenhum bloco intermediário de suavização:

- Entre dois blocos é realizada a parada.

  Isto ocorre quando:

  – existe uma emissão de função auxiliar antes do movimento no bloco seguinte.

  – o bloco seguinte não contém nenhum movimento de percurso.

  – no bloco seguinte se desloca um eixo pela primeira vez como eixo de percurso que antes era um eixo de posicionamento.

  – no bloco seguinte se desloca um eixo pela primeira vez como eixo de posicionamento que antes era um eixo de percurso.

  – o bloco anterior desloca eixos geométricos e o bloco seguinte não.

  – o bloco seguinte desloca eixos geométricos e o bloco anterior não.

  – antes do rosqueamento o bloco seguinte tem como condição o `G33` e o bloco anterior não.

  – se comuta entre `BRISK` e `SOFT`.

  – eixos relevantes em transformações não forem totalmente atribuídos ao movimento de percurso (p. ex. na oscilação, eixos de posicionamento).

- O bloco de suavização deixaria mais lenta a execução do programa de peça.

  Isto ocorre:

  – entre blocos muito curtos.

    Visto que cada bloco requer pelo menos um ciclo de interpolação, o bloco intermediário inserido irá duplicar o tempo de usinagem.

  – quando uma transição de blocos com `G64` (modo de controle da trajetória sem suavização) pode ser realizada sem redução da velocidade.

    A suavização elevaria o tempo de usinagem. Isto significa que o valor do fator de sobrecarga permitido (MD32310 $MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR) tem influência se uma transição de blocos é suavizada ou não. O fator de sobrecarga somente é considerado na suavização com `G641` / `G642`. Na suavização com `G643` o fator de sobrecarga não tem nenhum efeito (este comportamento também pode ser ajustado para o `G641` e `G642` ao se definir o MD20490 $MC_IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS = TRUE).

- A suavização não está parametrizada.

  Isto ocorre quando:

  – com `G641` em blocos `G0` o `ADISPOS=0` (ocupação prévia!).

  – com `G641` em blocos não `G0` o `ADIS=0` (ocupação prévia!).

  – com `G641` na transição entre `G0` e não `G0` bem como não `G0` e `G0` vale o menor valor do `ADISPOS` e do `ADIS`.

  – com `G642/G643` todas tolerâncias específicas de eixo são iguais a zero.

- O bloco não contém nenhum movimento de deslocamento (bloco zero).

  Isto ocorre quando:

  – ações sincronizadas estiverem ativas.

    Normalmente os blocos zero são eliminados pelo interpretador. Porém, se nenhuma ação sincronizada estiver ativa, este bloco zero será concatenado e executado. Neste caso se produz uma parada exata de acordo com a programação ativa. Com isso a ação sincronizada recebe a possibilidade de comutação, se necessário.

  – blocos zero gerados através de saltos de programa.

Modo de controle da trajetória em avanço rápido G0

Também para o deslocamento em avanço rápido deve-se indicar uma das funções `G60`/`G9` ou `G64` ou `G641` - `G645` mencionadas. Caso contrário, atua o pré-ajuste especificado através de dado de máquina.

Literatura

Para obter mais informações sobre o modo de controle da trajetória, veja:
Manual de funções básicas; Modo de controle da trajetória, Parada exata, LookAhead (B1)

Transformações de coordenadas (Frames) 12

12.1 Frames

Frame

O Frame em si é uma regra matemática que transporta um sistema de coordenadas cartesiano para um outro sistema de coordenadas também cartesiano.

Frame básico (deslocamento básico)

O Frame básico descreve a transformação de coordenadas do sistema de coordenadas básico (BCS) para o sistema básico do ponto zero (BNS) e atua como os Frames ajustáveis.

Veja Sistema de coordenadas base (BCS) (Página 30).

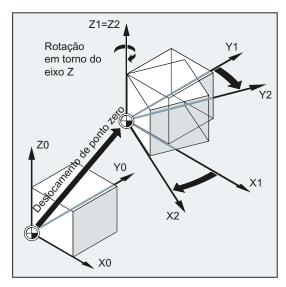
Frames ajustáveis

Os Frames ajustáveis os deslocamentos de ponto zero ajustáveis e chamados a partir de qualquer programa NC através dos comandos `G54` até `G57` e `G505` até `G599`. Os valores de deslocamento são ajustados previamente pelo operador e armazenados na memória de ponto zero do comando. Com eles define-se o sistema de ponto zero ajustável (ENS).

Veja:

- Sistema de ponto zero ajustável (ENS) (Página 33)
- Deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Página 157)

Frames programáveis

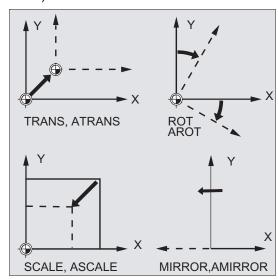
As vezes é interessante e necessário, em um programa NC, deslocar o sistema de coordenadas original da peça de trabalho (ou o "Sistema de ponto zero ajustável") para outro ponto e, eventualmente, aplicar a rotação, espelhamento e/ou escala nele. Isto é realizado através de Frames programáveis.

Veja Instruções de Frame (Página 343).

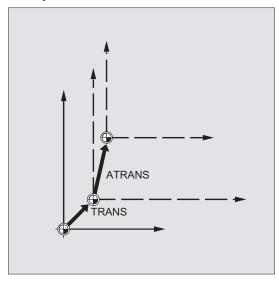
12.2 Instruções de Frame

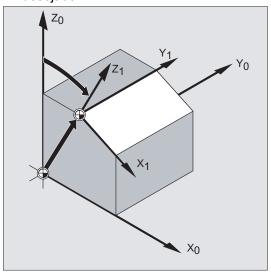
Função

As instruções para os Frames programáveis são aplicadas no atual programa NC. Elas atuam de modo aditivo ou substitutivo:

- Instrução substitutiva

  Cancela todas as instruções de Frame programadas anteriormente. Como referência vale o último deslocamento de ponto zero ajustável chamado (G54 ... G57, G505 ... G599).

- Instrução aditiva

  Adiciona sobre Frames existentes. Como referência serve o ponto zero de peça atualmente selecionado ou o último ponto zero de peça programado através de uma instrução de Frame.

Aplicações

- Deslocamento do ponto zero em qualquer posição desejada na peça de trabalho.
- Alinhamento, por giro, os eixos de coordenadas paralelamente ao plano de trabalho desejado.

Vantagens

Em uma fixação podem:

- ser usinadas superfícies inclinadas.
- produzidas furações com diferentes ângulos.
- ser executadas operações de usinagem multifacetadas.

Indicação

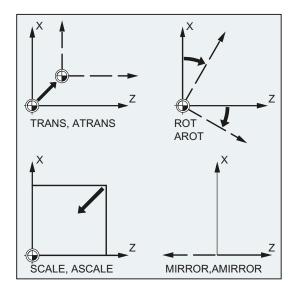
Para a usinagem em planos de trabalho inclinados se deve, em função da cinemática da máquina, considerar as convenções para planos de trabalho e para correções de ferramenta.

Sintaxe

Instruções substitutivas:	Instruções aditivas:
`TRANS X… Y… Z…`	`ATRANS X… Y… Z…`
`ROT X… Y… Z…`	`AROT X… Y… Z…`
`ROT RPL=…`	`AROT RPL=…`
`ROTS/CROTS X... Y...`	`AROTS X... Y...`
`SCALE X… Y… Z…`	`ASCALE X… Y… Z…`
`MIRROR X0/Y0/Z0`	`AMIRROR X0/Y0/Z0`

Indicação

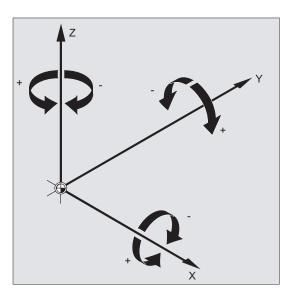
As instruções de Frame são programadas cada uma em um bloco NC próprio.

Significado

`TRANS/ATRANS`: Deslocamento WCS no sentido do(s) eixo(s) geométrico(s) especificado(s)

`ROT/AROT`: Rotação do WCS:

- através do encadeamento de rotações individuais em torno do(s) eixo(s) geométrico(s) especificado(s)

  ou
- em torno do ângulo `RPL=...` no atual plano de trabalho (`G17`/`G18`/`G19`)

Sentido de giro:

Sequência de rotação:	com notação RPY:	Z, Y', X''
	com ângulo euleriano:	Z, X', Z''

	Faixa de valores: Os ângulos de rotação somente são definidos como únicos nas seguintes faixas:

com notação RPY:	-180	≤	x	≤ 180
	-90	<	y	< 90
	-180	≤	z	≤ 180
com ângulo euleriano:	0	≤	x	< 180
	-180	≤	y	≤ 180
	-180	≤	z	≤ 180

`ROTS/AROTS`: Rotação WCS através da especificação de ângulos espaciais

A orientação de um plano no espaço é determinada de forma única através da indicação de dois ângulos espaciais. Por isso que somente podem ser programados no máximo 2 ângulos espaciais:

`ROTS/AROTS X... Y... / Z... X... / Y... Z...`

`CROTS`: O `CROTS` atua como o `ROTS`, mas está relacionado ao Frame válido no gerenciamento de dados.

`SCALE/ASCALE`: Escala no sentido do(s) eixo(s) geométrico(s) especificado(s) para aumentar/reduzir um contorno

`MIRROR/AMIRROR`: Espelhamento do WCS através do espelhamento (mudança de sentido) do eixo geométrico especificado

Valor: de livre escolha (aqui: "0")

Indicação

As instruções de Frame podem ser utilizadas de forma individual ou combinada.

CUIDADO
As instruções de Frame são executadas na ordem em que foram programadas.

Indicação

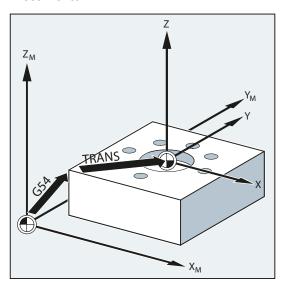
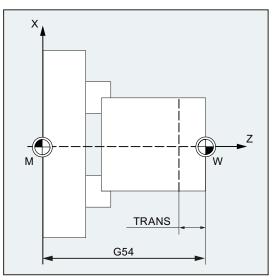
As instruções aditivas frequentemente são empregadas em subrotinas. As instruções básicas definidas nos programas principais são mantidas após o fim da subrotina se a subrotina foi programada com o atributo SAVE.

12.3 Deslocamento de ponto zero programável

12.3.1 Deslocamento de ponto zero (TRANS, ATRANS)

Função

Com `TRANS`/`ATRANS` podem ser programados deslocamentos de ponto zero para todos eixos de percurso e eixos de posicionamento no sentido do respectivo eixo especificado. Com isso é possível trabalhar com pontos zero alternados, p. ex. com passos de usinagem repetidos em diversas posições da peça de trabalho.

Fresamento:

Torneamento:

Sintaxe

```
TRANS X… Y… Z…
ATRANS X… Y… Z…
```

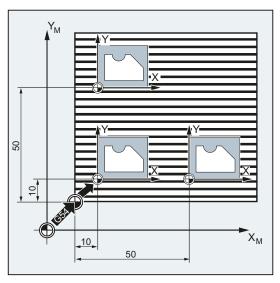
Indicação

As instruções de Frame são programadas cada uma em um bloco NC próprio.

Significado

`TRANS`:	Deslocamento de ponto zero absoluto, relativo ao atual ponto zero da peça aplicado e ajustado com G54 ... G57, G505 ... G599
`ATRANS`:	Como o `TRANS`, mas com deslocamento de ponto zero aditivo
`X... Y... Z...`:	Valores de deslocamento no sentido dos eixos geométricos especificados

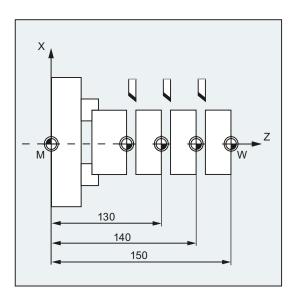
Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

Nesta peça as formas mostradas aparecem várias vezes em um programa.

A seqüência de usinagem para esta forma está armazenada em subrotina.

Através do deslocamento de ponto zero são definidos os pontos zero da peça de trabalho que forem necessários, e depois é chamada a subrotina.

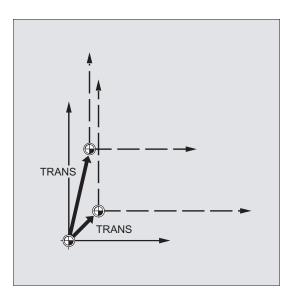
Código de programa	Comentário
N10 G1 G54	; Plano de trabalho X/Y, ponto zero da peça de trabalho
N20 G0 X0 Y0 Z2	; Aproximação do ponto de partida
N30 TRANS X10 Y10	; Deslocamento absoluto
N40 L10	; Chamada da subrotina
N50 TRANS X50 Y10	; Deslocamento absoluto
N60 L10	; Chamada da subrotina
N70 M30	; Fim do programa

Exemplo 2: Torneamento

Código de programa	Comentário
N.. ...	
N10 TRANS X0 Z150	; Deslocamento absoluto
N15 L20	; Chamada da subrotina
N20 TRANS X0 Z140 (ou ATRANS Z-10)	; Deslocamento absoluto
N25 L20	; Chamada da subrotina
N30 TRANS X0 Z130 (ou ATRANS Z-10)	; Deslocamento absoluto
N35 L20	; Chamada da subrotina
N.. ...	

Outras informações

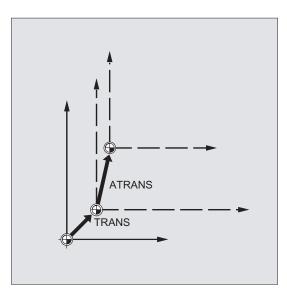
TRANS X... Y... Z...

Deslocamento de ponto zero conforme os valores de deslocamento programados nos sentidos de eixo indicados (eixos de percurso, eixos sincronizados e eixos de posicionamento). Como referência vale o último deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599) indicado.

ATENÇÃO
O comando `TRANS` reseta todos componentes de Frame do Frame definido e programado anteriormente.

Indicação

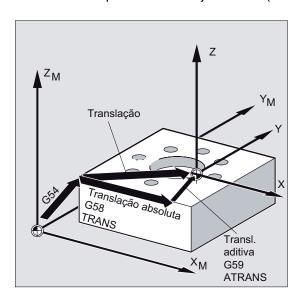
Um deslocamento, que deve ser adicionado a um Frame existente, deve ser programado com `ATRANS`.

ATRANS X... Y... Z...

Deslocamento de ponto zero conforme os valores de deslocamento programados nos sentidos de eixo indicados. Como referência se aplica o ponto zero atualmente ajustado ou o último ponto zero programado.

12.3.2 Deslocamento de ponto zero por eixos (G58, G59)

Função

Com as funções G58 e G59 as partes de translação do deslocamento de ponto zero programável podem ser substituídas por eixo:

- Com G58 a parte de translação absoluta (deslocamento aproximado).
- Com G59 a parte de translação aditiva (deslocamento fino).

Pré-requisitos

As funções G58 e G59 somente podem ser empregadas se o deslocamento fino estiver projetado (MD24000 $MC_FRAME_ADD_COMPONENTS = 1).

Sintaxe

```
G58 X… Y… Z… A…
G59 X… Y… Z… A…
```

Indicação

As instruções substitutivas `G58` e `G59` são programadas cada uma em um bloco NC próprio.

Significado

`G58`:	O `G58` substitui a parte de translação absoluta do deslocamento de ponto zero programável para o eixo indicado; o deslocamento aditivo programado é mantido. Como referência vale o último deslocamento de ponto zero ajustável chamado (G54 ... G57, G505 ... G599).
`G59`:	O `G59` substitui a parte de translação aditiva do deslocamento de ponto zero programável para o eixo indicado; o deslocamento absoluto programado é mantido.
`X… Y… Z…`:	Valores de deslocamento no sentido dos eixos geométricos especificados

Exemplo

```
Código de programa        Comentário
...
N50 TRANS X10 Y10 Z10     ; Parte de translação absoluta X10 Y10 Z10
N60 ATRANS X5 Y5          ; Parte de translação aditiva X5 Y5
                            ⇒ Deslocamento total: X15 Y15 Z10
N70 G58 X20               ; Parte de translação absoluta X20
                            + parte de translação aditiva X5 Y5
                            ⇒ Deslocamento total X25 Y15 Z10
N80 G59 X10 Y10           ; Parte de translação aditiva X10 Y10
                            + parte de translação absoluta X20 Y10
                            ⇒ Deslocamento total X30 Y20 Z10
...
```

Outras informações

A parte absoluta da translação se modifica através dos seguintes comandos:

- TRANS
- G58
- CTRANS
- CFINE
- $P_PFRAME[X,TR]

A parte aditiva da translação se modifica através dos seguintes comandos:

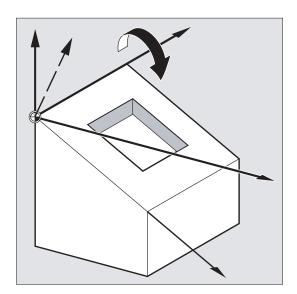
- ATRANS
- G59
- CTRANS
- CFINE
- $P_PFRAME[X,FI]

A seguinte tabela descreve o efeito dos diversos comandos de programação sobre os deslocamentos absoluto e aditivo.

Comando	Deslocamento aproximado ou absoluto	Deslocamento fino ou aditivo	Comentário
`TRANS X10`	10	Inalterado	Deslocamento absoluto para X
`G58 X10`	10	Inalterado	Sobrescrita do deslocamento absoluto para X
`$P_PFRAME[X,TR]=10`	10	Inalterado	Desloc. progr. em X
`ATRANS X10`	Inalterado	Fino (antigo) + 10	Deslocamento aditivo para X
`G59 X10`	Inalterado	10	Sobrescrita do deslocamento aditivo para X
`$P_PFRAME[X,FI] = 10`	Inalterado	10	Deslocamento fino progr. em X
`CTRANS(X,10)`	10	0	Deslocamento para X
`CTRANS()`	0	0	Desativação do deslocamento (inclusive a parte de deslocamento fino)
`CFINE(X,10)`	0	10	Deslocamento fino em X

12.4 Rotação programável (ROT, AROT, RPL)

Função

O ROT/AROT pode ser utilizado para realizar uma rotação no sistema de coordenadas da peça em cada um dos eixos X, Y, Z ou através de um ângulo RPL no plano de trabalho G17 até G19 selecionado (ou pelo eixo de penetração perpendicular). Com isso podem ser usinadas superfícies inclinadas ou várias faces da peça em uma mesma posição de fixação.

Sintaxe

```
ROT X… Y… Z…
ROT RPL=…
AROT X… Y… Z…
AROT RPL=…
```

Indicação

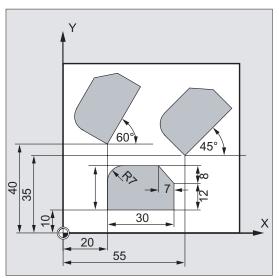
As instruções de Frame são programadas cada uma em um bloco NC próprio.

Significado

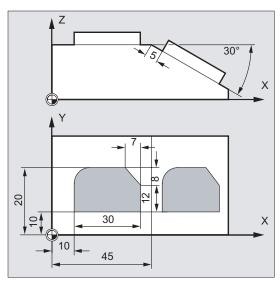
ROT:	Rotação absoluta, relativa ao atual ponto zero da peça aplicado e ajustado com G54 ... G57, G505 ... G599
RPL:	Rotação no plano: Ângulo com que o sistema de coordenadas deve ser girado (plano ajustado com G17 ... G19) A seqüência na qual será executada a rotação o pode ser definida através de dado da máquina. No ajuste padrão é aplicada a notação RPY (= Roll, Pitch, Yaw) com Z, Y, X.

`AROT`:	Rotação aditiva, relativa ao atual ponto zero válido ajustado ou programado
`X... Y... Z...`:	Rotação no espaço: Eixos geométricos nos quais se executa a rotação

Exemplos

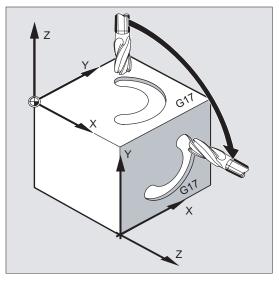
Exemplo 1: Rotação no plano

Nesta peça as formas mostradas aparecem várias vezes em um programa. Além do deslocamento de ponto zero também devem ser executadas rotações, visto que as formas não se encontram paralelamente aos eixos.

Código de programa	**Comentário**
`N10 G17 G54`	`; Plano de trabalho X/Y, ponto zero da peça de trabalho`
`N20 TRANS X20 Y10`	`; Deslocamento absoluto`
`N30 L10`	`; Chamada da subrotina`
`N40 TRANS X55 Y35`	`; Deslocamento absoluto`
`N50 AROT RPL=45`	`; Rotação do sistema de coordenadas em 45°`
`N60 L10`	`; Chamada da subrotina`
`N70 TRANS X20 Y40`	`; Deslocamento absoluto (reseta todos os deslocamentos anteriores)`
`N80 AROT RPL=60`	`; Rotação aditiva em 60°`
`N90 L10`	`; Chamada da subrotina`
`N100 G0 X100 Y100`	`; Afastamento`
`N110 M30`	`; Fim do programa`

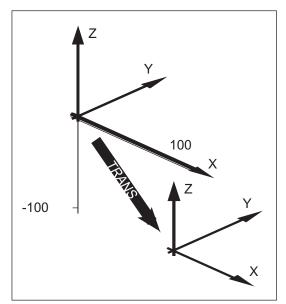
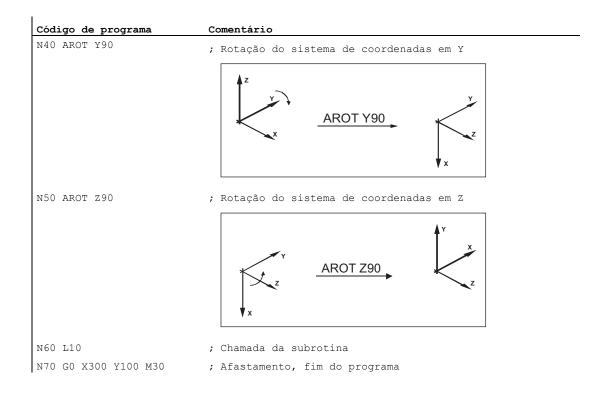
Exemplo 2: Rotação espacial

Neste exemplo, na mesma fixação, devem ser usinadas superfícies de peça paralelas aos eixos e inclinadas.

Pré-requisito:
A ferramenta deve ser posicionada perpendicularmente à superfície inclinada no sentido Z.

Código de programa	Comentário
N10 G17 G54	; Plano de trabalho X/Y, ponto zero da peça de trabalho
N20 TRANS X10 Y10	; Deslocamento absoluto
N30 L10	; Chamada da subrotina
N40 ATRANS X35	; Deslocamento aditivo
N50 AROT Y30	; Rotação pelo eixo Y
N60 ATRANS X5	; Deslocamento aditivo
N70 L10	; Chamada da subrotina
N80 G0 X300 Y100 M30	; Afastamento, fim do programa

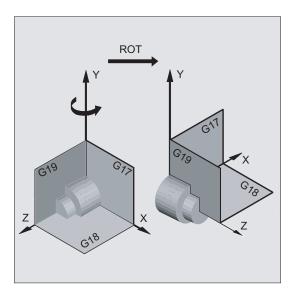
Exemplo 3: Usinagem multifacetada

Neste exemplo, através de subrotinas, são produzidas formas idênticas em duas superfícies da peça que estão perpendiculares entre si. No novo sistema de coordenadas da superfície direita da peça o sentido de penetração, plano de trabalho e o ponto zero estão ajustados da mesma forma como na superfície superior. Dessa forma continuam sendo aplicados os requisitos necessários para execução da subrotina: Plano de trabalho G17, plano de coordenadas X/Y, sentido de penetração Z.

Código de programa	Comentário
N10 G17 G54	; Plano de trabalho X/Y, ponto zero da peça de trabalho
N20 L10	; Chamada da subrotina
N30 TRANS X100 Z-100	; Deslocamento absoluto

Código de programa	Comentário
N40 AROT Y90	; Rotação do sistema de coordenadas em Y
N50 AROT Z90	; Rotação do sistema de coordenadas em Z
N60 L10	; Chamada da subrotina
N70 G0 X300 Y100 M30	; Afastamento, fim do programa

Outras informações

Rotação no plano

O sistema de coordenadas é girado:

- no plano selecionado com G17 até G19.
  Instrução substitutiva `ROT RPL=...` ou instrução aditiva `AROT RPL=...`
- no atual plano e com o ângulo de rotação programado com `RPL=...`.

Indicação

Para mais informações, veja "Rotações no espaço".

Mudança de planos

AVISO
Se uma mudança de planos (G17 até G19) for programada após uma rotação, serão mantidos os ângulos de giro programados para os respectivos eixos e eles também serão aplicados no novo plano de trabalho. Por isso que se recomenda desativar a rotação antes de uma mudança de planos.

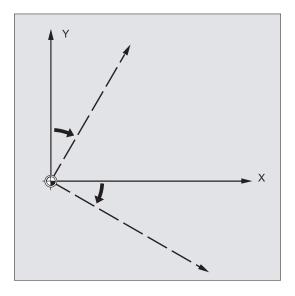
Desativação da rotação

Para todos os eixos: `ROT` (sem indicação de eixo)

CUIDADO
São resetados todos os componentes de Frame do Frame programado anteriormente.

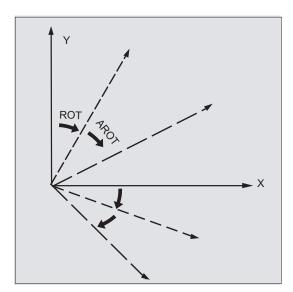
ROT X... Y... Z...

O sistema de coordenadas é girado com o ângulo de rotação programado para os eixos especificados. Como ponto de giro vale o último deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599) indicado.

ATENÇÃO
O comando `ROT` reseta todos componentes de Frame do Frame definido e programado anteriormente.

Indicação

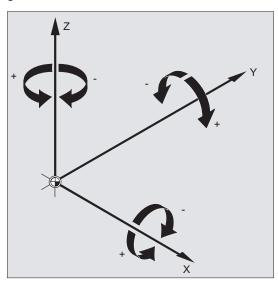
Uma nova rotação, que deve ser adicionada a um Frame existente, deve ser programada com `AROT`.

AROT X... Y... Z...

Rotação com o valor angular programado nos respectivos sentidos de eixo indicados. Como ponto de giro se aplica o ponto zero atualmente ajustado ou o último ponto zero programado.

Indicação

Nas duas instruções descritas devem ser observadas a seqüência e o sentido de giro em que as rotações serão executadas!

Sentido de giro

Como ângulo de giro positivo foi definido: Visto no sentido do eixo de coordenada positivo e giro no sentido horário.

Seqüência das rotações

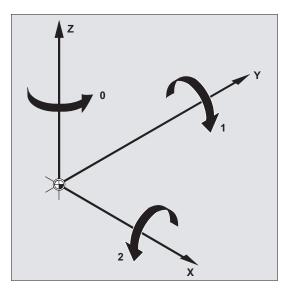
Em um bloco NC podem ser girados simultaneamente até três eixos geométricos.

A ordem em que as rotações devem ser executadas são definidas através do dado de máquina (MD10600 $MN_FRAME_ANGLE_INPUT_MODE):

- Notação RPY: Z, Y', X''

  ou
- Ângulo euleriano: Z, X', Z''

Com a notação RPY (ajuste padrão) temos como resultado a seguinte ordem:

1. Rotação em torno do 3º eixo geométrico (Z)
2. Rotação em torno do 2º eixo geométrico (Y)
3. Rotação em torno do 1º eixo geométrico (X)

Esta seqüência se aplica quando os eixos geométricos estão programados em **um** bloco. Ela também se aplica independentemente da seqüência de especificação. Se apenas dois eixos devem ser girados, então pode ser omitida a indicação do 3º eixo (valor zero).

Faixa de valores com ângulo RPY

Os ângulos **somente** são definidos como únicos nas seguintes faixas de valores:

Rotação em torno do 1º eixo geométrico: -180° ≤ X ≤ +180°

Rotação em torno do 2º eixo geométrico: -90° ≤ Y ≤ +90°

Rotação em torno do 3º eixo geométrico: -180° ≤ Z ≤ +180°

Com esta faixa de valores são representadas todas as rotações possíveis. Os valores fora desta faixa serão normalizados dentro da faixa acima mencionada durante o processo de gravação e leitura realizado pelo comando. Esta faixa de valores também é aplicada para variáveis de Frame.

Exemplos para leitura de retorno com RPY

```
$P_UIFR[1] = CROT(X, 10, Y, 90, Z, 40)
é fornecido durante a leitura de retorno:
$P_UIFR[1] = CROT(X, 0, Y, 90, Z, 30)
```

```
$P_UIFR[1] = CROT(X, 190, Y, 0, Z, -200)
é fornecido durante a leitura de retorno
$P_UIFR[1] = CROT(X, -170, Y, 0, Z, 160)
```

Durante a gravação e leitura de componentes de rotação Frame devem ser respeitados os limites da faixa de valores, para que na gravação e leitura ou então numa repetição de gravação sejam obtidos os mesmos resultados.

Faixa de valores com ângulo euleriano

Os ângulos **somente** são definidos como únicos nas seguintes faixas de valores:

Rotação em torno do 1º eixo geométrico: 0° ≤ X ≤ +180°

Rotação em torno do 2º eixo geométrico: -180° ≤ Y ≤ +180°

Rotação em torno do 3º eixo geométrico: -180° ≤ Z ≤ +180°

Com esta faixa de valores pode-se representar todas as rotações possíveis. Os valores fora desta faixa serão normalizados pelo comando para a faixa mencionada acima. Esta faixa de valores também é aplicada para variáveis de Frame.

CUIDADO

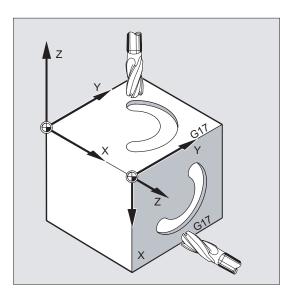
Para que o ângulo gravado possa ser retornado sem equívoco, é extremamente necessário respeitar as faixas de valores definidas.

Indicação

Para personalizar a seqüência das rotações, a rotação para cada um dos eixos pode ser programada sucessivamente com `AROT`.

O plano de trabalho também gira

O plano de trabalho definido com G17, G18 ou G19 também gira junto com a rotação espacial.

Exemplo: Plano de trabalho G17 X/Y, o sistema de coordenadas da peça está na superfície superior da peça. Com a translação e a rotação se desloca o sistema de coordenadas em uma das superfícies laterais. O plano de trabalho G17 gira junto. Com isso ainda se pode programar da mesma forma as posições de destino em coordenadas X/Y e a penetração no sentido Z.

Pré-requisito:
A ferramenta deve encontrar-se perpendicularmente ao plano de trabalho, o sentido positivo do eixo de penetração aponta para o sentido do assento da ferramenta. A compensação do raio da ferramenta atua no plano girado através da especificação do `CUT2DF`.

12.5 Rotações de Frame programáveis com ângulos espaciais (ROTS, AROTS, CROTS)

Função

As orientações no espaço podem ser definidas através da programação de rotações de Frame com ângulos espaciais. Para isso estão disponíveis os comandos `ROTS`, `AROTS` e `CROTS`. O `ROTS` e o `AROTS` comportam-se de modo similar ao `ROT` e ao `AROT`.

Sintaxe

A orientação de um plano no espaço é determinada de forma única através da indicação de dois ângulos espaciais. Por isso que somente podem ser programados no máximo 2 ângulos espaciais:

- Na programação do ângulo espacial X e Y o novo eixo X está no antigo plano Z/X.

```
ROTS X... Y...
AROTS X... Y...
CROTS X... Y...
```

- Na programação do ângulo espacial Z e X o novo eixo Z está no antigo plano Y/Z.

```
ROTS Z... X...
AROTS Z... X...
CROTS Z... X...
```

- Na programação do ângulo espacial Y e Z o novo eixo Y está no antigo plano X/Y.

```
ROTS Y... Z...
AROTS Y... Z...
CROTS Y... Z...
```

Indicação

As instruções de Frame são programadas cada uma em um bloco NC próprio.

Significado

`ROTS`:	Rotações de Frame com ângulos espaciais absolutos, relativos ao atual ponto zero da peça aplicado e ajustado com G54 ... G57, G505 ... G599
`AROTS`:	Rotações de Frame com ângulos espaciais aditivos, relativos ao atual ponto zero válido ajustado ou programado
`CROTS`:	Rotações de Frame com ângulos espaciais, relativos ao Frame válido no gerenciamento de dados com rotações nos eixos especificados
`X… Y…/Z… X…/Y… Z…` :	Especificação do ângulo espacial

Indicação

O `ROTS`/`AROTS`/`CROTS` também pode ser programado junto com o `RPL` e com isso é realizada uma rotação no plano ajustado com `G17` ... `G19`:

```
ROTS/AROTS/CROTSRPL=...
```

12.6 Fator de escala programável (SCALE, ASCALE)

Função

Com `SCALE`/`ASCALE` são programados fatores de escala para todos os eixos de percurso, eixos sincronizados e eixos de posicionamento no sentido dos respectivos eixos indicados. Dessa forma é possível considerar na programação as formas geométricas similares ou diferentes dimensões de contração.

Sintaxe

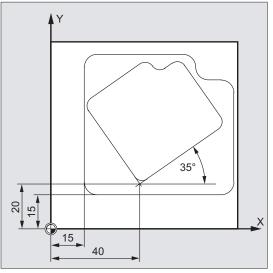
```
SCALE X… Y… Z…
ASCALE X… Y… Z…
```

Indicação

As instruções de Frame são programadas cada uma em um bloco NC próprio.

Significado

`SCALE`:	Ampliação / redução absoluta, relativa ao sistema de coordenadas atualmente ajustado com G54 ... G57, G505 ... G599
`ASCALE`:	Ampliação/redução aditiva, relativa ao sistema de coordenadas atualmente ajustado ou programado
`X… Y… Z…`:	Fatores de escala no sentido dos eixos geométricos especificados

Exemplo

Nesta peça os dois bolsões se repetem, mas com diferentes tamanhos e girados entre si. A seqüência de usinagem está armazenada em subrotina.

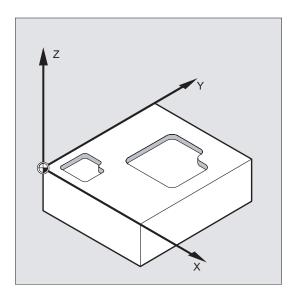
Através do deslocamento de ponto zero e da rotação são definidos os respectivos pontos zero necessários da peça de trabalho, através do escalonamento o contorno é reduzido e a subrotina é novamente chamada.

Código de programa	Comentário
N10 G17 G54	; Plano de trabalho X/Y, ponto zero da peça de trabalho
N20 TRANS X15 Y15	; Deslocamento absoluto
N30 L10	; Produção de bolsão grande
N40 TRANS X40 Y20	; Deslocamento absoluto
N50 AROT RPL=35	; Rotação no plano em 35°
N60 ASCALE X0.7 Y0.7	; Fator de escala para o bolsão pequeno
N70 L10	; Produção de bolsão pequeno
N80G0 X300 Y100 M30	; Afastamento, fim do programa

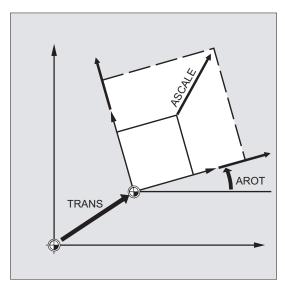
Outras informações

SCALE X... Y... Z...

Para ampliação ou redução se pode especificar um fator de escala para cada eixo individualmente. A escala refere-se ao sistema de coordenadas da peça de trabalho ajustado com G54 ... G57, G505 ... G599.

CUIDADO
O comando `SCALE` reseta todos componentes de Frame do Frame definido e programado anteriormente.

ASCALE X... Y... Z...

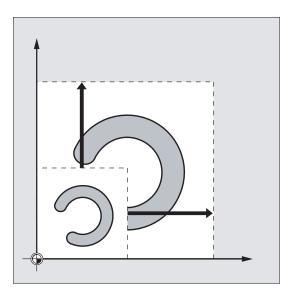
Uma alteração de escala, que deve ser adicionada em Frames existentes, deve ser programada com `ASCALE`. Neste caso se multiplica o último fator de escala especificado pelo novo fator.

Como referência para a mudança de escalas se aplica o atual sistema de coordenadas ajustado ou o último programado.

Escala e deslocamento

Indicação

Se após o `SCALE` for programado um deslocamento com `ATRANS`, os valores de deslocamento também serão afetados (escalonados).

Diferentes fatores de escala

CUIDADO
Cuidado com fatores de escala diferentes! Por exemplo, as interpolações circulares somente podem ser ampliadas ou reduzidas com os mesmos fatores de escala.

Indicação

Para a programação de círculos dirtorcidos podem ser aplicados diferentes fatores de escala, mas de modo controlado.

12.7 Espelhamento programável (MIRROR, AMIRROR)

Função

Com MIRROR/AMIRROR as formas da peça de trabalho podem ser espelhadas nos eixos de coordenadas. Todos os movimentos de deslocamento que foram programados depois, p. ex. em subrotinas, serão executados com espelhamento.

Sintaxe

```
MIRROR X... Y... Z...
AMIRROR X... Y... Z...
```

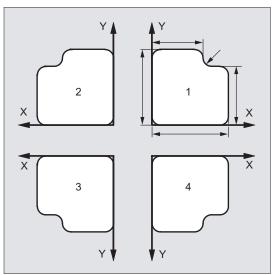
Indicação

As instruções de Frame são programadas cada uma em um bloco NC próprio.

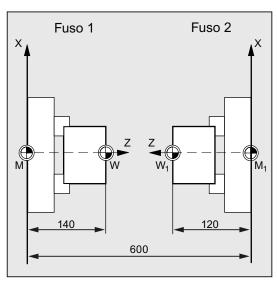
Significado

MIRROR:	Espelhamento absoluto, relativo ao sistema de coordenadas atualmente ajustado com G54 ... G57, G505 ... G599
AMIRROR:	Espelhamento aditivo, relativo ao sistema de coordenadas atualmente ajustado ou programado
X... Y... Z...:	Eixo geométrico cujo sentido deve ser trocado. O valor aqui indicado pode ser selecionado livremente, p. ex. X0 Y0 Z0.

Exemplos

Exemplo 1: Fresamento

O contorno aqui mostrado é programado uma vez como subrotina. Os demais contornos são gerados através do espelhamento. O ponto zero da peça é definido na posição central em relação aos contornos.

Código de programa	Comentário
N10 G17 G54	; Plano de trabalho X/Y, ponto zero da peça de trabalho
N20 L10	; Produção do primeiro contorno superior direito
N30 MIRROR X0	; Espelhamento do eixo X (o sentido é trocado em X)
N40 L10	; Produção do segundo contorno superior esquerdo
N50 AMIRROR Y0	; Espelhamento do eixo Y (o sentido é trocado em Y)
N60 L10	; Produção do terceiro contorno inferior esquerdo
N70 MIRROR Y0	; MIRROR reseta os Frames anteriores. Espelhamento do eixo Y (o sentido é trocado em Y)
N80 L10	; Produção do quarto contorno inferior direito
N90 MIRROR	; Desativação do espelhamento
N100 G0 X300 Y100 M30	; Afastamento, fim do programa

Exemplo 2: Rotação

A usinagem propriamente dita é armazenada como subrotina e a execução no respectivo fuso é realizada através de espelhamentos e deslocamentos.

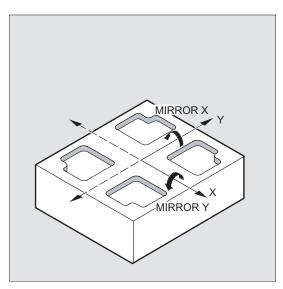
Código de programa	Comentário
N10 TRANS X0 Z140	; Deslocamento de ponto zero em W
...	; Usinagem do 1° lado com o fuso 1
N30 TRANS X0 Z600	; Deslocamento de ponto zero no fuso 2
N40 AMIRROR Z0	; Espelhamento do eixo Z
N50 ATRANS Z120	; Deslocamento de ponto zero em W1
...	; Usinagem do 2° lado com o fuso 2

Outras informações

MIRROR X... Y... Z...

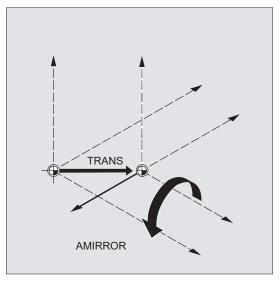
O espelhamento se programa através de mudança de sentido no eixo no plano de trabalho selecionado.

Exemplo: Plano de trabalho G17 X/Y

O espelhamento (no eixo Y) requer uma mudança de sentidos em X realizada pela programação correspondente com `MIRROR X0`. O contorno se usina em imagem espelhada no lado oposto do eixo de simetria Y.

O espelhamento está relacionado ao atual sistema de coordenadas válido, ajustado com G54 ... G57, G505 ... G599.

CUIDADO
O comando `MIRROR` reseta todos componentes de Frame do Frame definido e programado anteriormente.

AMIRROR X... Y... Z...

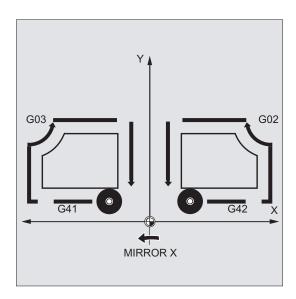
Um espelhamento, que deve ser adicionado em transformações existentes, deve ser programado com `AMIRROR`. Como referência tomamos o atual sistema de coordenadas ajustado ou o último sistema de coordenadas programado.

Desativação do espelhamento

Para todos os eixos: `MIRROR` (sem indicação de eixo)

Neste caso são resetados todos os componentes de Frame do Frame programado anteriormente.

Compensação do raio da ferramenta

Indicação

O comando de espelhamento faz com que o comando numérico mude automaticamente os comandos de compensação da trajetória (`G41`/`G42` ou `G42`/`G41`) de acordo com o novo sentido de usinagem.

O mesmo se aplica para o sentido de giro do círculo (G2/G3 ou G3/G2).

Indicação

Se após o `MIRROR` for programada uma rotação aditiva com `AROT`, deve-se eventualmente inverter o sentido de giro (positivo/negativo ou negativo/positivo). Os espelhamentos nos eixos geométricos são convertidos automaticamente pelo comando numérico em rotações e, se necessário, em espelhamentos no eixo de espelhamento especificado em dados de máquina. Isto também se aplica para deslocamentos de ponto zero ajustáveis.

Eixo de espelhamento

Através de dado de máquina pode ser ajustado em torno de qual eixo será realizado o espelhamento:

MD10610 $MN_MIRROR_REF_AX = <valor>

Valor	Significado
0	O espelhamento é realizado em torno do eixo programado (sinal negativo nos valores).
1	O eixo X é o eixo de referência.
2	O eixo Y é o eixo de referência.
3	O eixo Z é o eixo de referência.

Interpretação dos valores programados

Através do dado de máquina pode ser ajustado como os valores programados devem ser interpretados:

MD10612 $MN_MIRROR_TOGGLE = <valor>

Valor	Significado
0	Os valores de eixo programados não serão avaliados.
1	Os valores de eixo programados serão avaliados: • No caso dos valores de eixo programados ≠ 0 o eixo será espelhado, se este ainda não estiver espelhado. • Com um valor de eixo programado = 0 desativa-se um espelhamento.

12.8 Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT)

Função

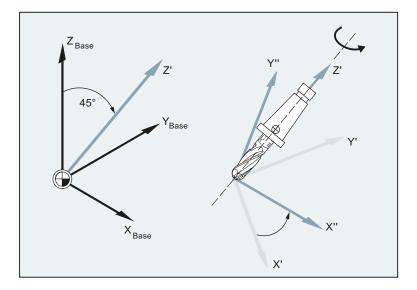
O `TOFRAME` gera um sistema de coordenadas perpendicular, cujo eixo Z coincide com a atual orientação da ferramenta. Com isso o usuário tem a possibilidade de afastar a ferramenta no sentido Z sem o risco de ocorrer uma colisão (p. ex. após uma quebra de ferramenta em um programa para 5 eixos).

Neste caso, a posição dos dois eixos X e Y depende do ajuste no dado de máquina MD21110 $MC_X_AXES_IN_OLD_X_Z_PLANE (sistema de coordenadas com definição de Frame automática). O novo sistema de coordenadas é deixado da forma resultante da cinemática da máquina, ou é realizada uma rotação adicional para o novo eixo Z, de modo que o novo eixo X esteja no antigo plano Z-X (veja as informações do fabricante da máquina).

O Frame resultante, que descreve a orientação, encontra-se nas variáveis de sistema para Frames programáveis ($P_PFRAME).

Com `TOROT` somente se sobrescreve a parte de rotação no Frame programado. Todos demais componentes permanecem inalterados.

O `TOFRAME` e o `TOROT` são indicados para operações de fresamento, onde normalmente o `G17` (plano de trabalho X/Y) está ativo. Em operações de torneamento, ou geralmente com o `G18` ou o `G19` ativo, são necessários Frames, nos quais o eixo X ou eixo Y coincide com o alinhamento da ferramenta. Estes Frames são programados com os comandos `TOFRAMEX`/`TOROTX` ou `TOFRAMEY`/`TOROTY`.

Com `PAROT` o sistema de coordenadas da peça de trabalho (WCS) é alinhado com a peça de trabalho.

Sintaxe

```
TOFRAME/TOFRAMEZ/TOFRAMEY/TOFRAMEX
...
TOROTOF
```

```
TOROT/TOROTZ/TOROTY/TOROTX
...
TOROTOF
```

```
PAROT
...
PAROTOF
```

Significado

`TOFRAME`:	Alinhamento do eixo Z do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta
`TOFRAMEZ`:	como o `TOFRAME`
`TOFRAMEY`:	Alinhamento do eixo Y do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta
`TOFRAMEX`:	Alinhamento do eixo X do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta
`TOROT`:	Alinhamento do eixo Z do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta A rotação definida por `TOROT` é a mesma como no caso do `TOFRAME`.
`TOROTZ`:	como o `TOROT`
`TOROTY`:	Alinhamento do eixo Y do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta
`TOROTX`:	Alinhamento do eixo X do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta
`TOROTOF`:	Desativação do alinhamento paralelo à orientação da ferramenta
`PAROT`:	Alinhamento do WCS através da rotação de Frame na peça As translações, escalonamentos e espelhamentos são mantidos no Frame ativo.
`PAROTOF`:	A rotação de Frame ativada com `PAROT` e relativa à peça é desativada com o `PAROTOF`.

Indicação

Com o comando TOROT é obtida uma programação consistente com porta-ferramentas orientáveis ativos para cada tipo de cinemática.

De forma similar à situação com porta-ferramenta rotativo, com PAROT pode ser ativada uma rotação da mesa da ferramenta. Com isso é definido um Frame, com o qual é alterada a posição do sistema de coordenadas da peça sem executar nenhum movimento de compensação da máquina. O comando de linguagem PAROT não será rejeitado se não houver nenhum porta-ferramenta orientável ativo.

Exemplo

Código de programa	Comentário
N100 G0 G53 X100 Z100 D0	
N120 TOFRAME	
N140 G91 Z20	; O TOFRAME é considerado, todos os movimentos de eixos geométricos programados estão relacionados ao novo sistema de coordenadas.
N160 X50	
...	

Outras informações

Atribuição de sentido de eixo

Se no lugar do TOFRAME / TOFRAMEZ ou TOROT / TOROTZ for programado um dos comandos TOFRAMEX, TOFRAMEY, TOROTX ou TOROTY, serão aplicadas as atribuições de sentido de eixo de acordo com esta tabela:

Comando	Sentido de ferramenta (aplicada, terceira coordenada)	Eixo secundário (abscissa)	Eixo secundário (ordenada)
TOFRAME / TOFRAMEZ/ TOROT / TOROTZ	Z	X	Y
TOFRAMEY / TOROTY	Y	Z	X
TOFRAMEX / TOROTX	X	Y	Z

Frame de sistema próprio para TOFRAME ou TOROT

Os Frames produzidos através do TOFRAME ou do TOROT podem ser gravados em um Frame de sistema próprio $P_TOOLFRAME. Para isso, deve ser definido o Bit 3 no dado de máquina MD28082 $MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK . Neste caso o Frame programado permanece inalterado. As diferenças se produzem se o Frame programável ainda for editado.

Literatura

Para explicações mais detalhadas sobre máquinas com porta-ferramentas orientáveis, veja:

- Manual de programação Avançada; capítulo: "Orientação da ferramenta"
- Manual de funções básicas; Corretores de ferramenta (W1); capítulo: "Porta-ferramenta orientável"

12.9 Desselecionar Frame (G53, G153, SUPA, G500)

Função

Ao executar determinados processos, como p. ex. a aproximação do ponto de troca de ferramentas, devem ser definidos diversos componentes de Frame e suprimidos de forma definida no tempo.

Os Frames ajustáveis podem ser desativados de forma modal ou ser suprimidos por blocos.

Os Frames programáveis podem ser suprimidos ou desativados por bloco.

Sintaxe

Supressão ativa por bloco:
`G53/G153/SUPA`

Desativação ativa modalmente:
`G500`

Apagar:
`TRANS/ROT/SCALE/MIRROR`

Significado

`G53`:	Supressão ativa por bloco de todos os Frames programáveis e ajustáveis
`G153`:	O `G153` atua como o `G53` e também suprime o Frame básico total ($P_ACTBFRAME)
`SUPA`:	O `SUPA` atua como o `G153` e também suprime: • Deslocamentos com manivela eletrônica (DRF) • Movimentos sobrepostos • Deslocamento de ponto zero externo • Deslocamento de PRESET
`G500`:	Desativação ativa modalmente de todos Frames ajustáveis (G54 ... G57, G505 ... G599), se não houver nenhum valor no G500.
`TRANS/ROT/SCALE/MIRROR`:	O `TRANS/ROT/SCALE/MIRROR` sem indicação executa uma desativação do Frame programável.

12.10 Desativação de movimentos sobrepostos (DRFOF, CORROF)

Função

Os deslocamentos de ponto zero aditivos ajustados através de manivela eletrônica (deslocamentos DRF) e os Offsets de posição programados através da variável de sistema $AA_OFF[<eixo>] podem ser desativados através dos comandos de programa de peça `DRFOF` e `CORROF`.

Através da desativação é disparada uma parada de pré-processamento e a parte da posição do movimento sobreposto desativado (deslocamento DRF ou Offset de posição) é adotada no sistema de coordenadas básico, isto é, nenhum eixo é deslocado. O valor da variável de sistema $AA_IM[<eixo>] (atual valor nominal MCS de um eixo) não muda, o valor da variável de sistema $AA_IW[<eixo>] (atual valor nominal WCS de um eixo) não varia, pois ele contém apenas uma parte do movimento sobreposto desativado.

Sintaxe

```
DRFOF
CORROF(<eixo>,"<seqüência de caracteres>"[,<eixo>,"<seqüência de caracteres>"])
```

Significado

`DRFOF`: Comando para desativação (cancelamento) dos deslocamentos DRF para todos os eixos ativos do canal

Efeito: modal

`CORROF`: Comando para desativação (cancelamento) do deslocamento DRF / do Offset de posição ($AA_OFF) para eixos individuais

Efeito: modal

`<eixo>`: Identificador de eixo (identificador de eixo de canal, eixo geométrico ou eixo de máquina)

`"<seqüência de caracteres>"`:

- `== "DRF"`: O deslocamento DRF do eixo é desativado
- `== "AA_OFF"`: O Offset de posição $AA_OFF do eixo é desativado

Indicação

O `CORROF` somente é possível a partir do programa de peça, não através de ações sincronizadas.

Exemplos

Exemplo 1: Desativação axial de um deslocamento DRF (1)

Através do deslocamento com manivela eletrônica DRF se produz um deslocamento DRF no eixo X. Para todos os demais eixos do canal não há deslocamentos DRF ativos.

Código de programa	Comentário
N10 CORROF(X,"DRF")	; Aqui o CORROF atua como DRFOF.
...	

Exemplo 2: Desativação axial de um deslocamento DRF (2)

Através do deslocamento com manivela eletrônica DRF se produz um deslocamento DRF no eixo X e no eixo Y. Para todos os demais eixos do canal não há deslocamentos DRF ativos.

Código de programa	Comentário
N10 CORROF(X,"DRF")	; Somente o deslocamento DRF do eixo X é desativado, o deslocamento DRF do eixo Y é mantido (com o DRFOF seriam desativados os dois deslocamentos).
...	

Exemplo 3: Desativação axial de um Offset de posição $AA_OFF

Código de programa	Comentário
N10 WHEN TRUE DO $AA_OFF[X] = 10 G4 F5	; Para o eixo X é interpolado um Offset de posição == 10.
...	
N80 CORROF(X,"AA_OFF")	; O Offset de posição do eixo X é desativado: $AA_OFF[X]=0 O eixo X não é deslocado. Para a atual posição do eixo X também é considerado o Offset de posição.
…	

Exemplo 4: Desativação axial de um deslocamento DRF e um Offset de posição $AA_OFF (1)

Através do deslocamento com manivela eletrônica DRF se produz um deslocamento DRF no eixo X. Para todos os demais eixos do canal não há deslocamentos DRF ativos.

Código de programa	Comentário
N10 WHEN TRUE DO $AA_OFF[X] = 10 G4 F5	; Para o eixo X é interpolado um Offset de posição == 10.
...	
N70 CORROF(X,"DRF",X,"AA_OFF")	; Somente o deslocamento DRF e o Offset de posição do eixo X são desativados, o deslocamento DRF do eixo Y é mantido.
...	

Exemplo 5: Desativação axial de um deslocamento DRF e um Offset de posição $AA_OFF (2)

Através do deslocamento com manivela eletrônica DRF se produz um deslocamento DRF no eixo X e no eixo Y. Para todos os demais eixos do canal não há deslocamentos DRF ativos.

Código de programa	Comentário
N10 WHEN TRUE DO $AA_OFF[X] = 10 G4 F5	; Para o eixo X é interpolado um Offset de posição == 10.
...	
N70 CORROF(Y,"DRF",X,"AA_OFF")	; O deslocamento DRF do eixo Y e o Offset de posição do eixo X são desativados, o deslocamento DRF do eixo X é mantido.
...	

Outras informações

$AA_OFF_VAL

Após a desativação do Offset de posição, a variável de sistema $AA_OFF_VAL (curso integrado da sobreposição de eixo) do respectivo eixo é igual a zero, por causa do $AA_OFF.

$AA_OFF no modo de operação JOG

Também no modo de operação JOG, quando o $AA_OFF sofre uma alteração ocorre uma interpolação do Offset de posição como movimento sobreposto, se a habilitação desta função estiver confirmada através do dado de máquina MD36750 $MA_AA_OFF_MODE.

$AA_OFF em ação sincronizada

Se na desativação do Offset de posição através do comando de programa de peça `CORROF(<eixo>,"AA_OFF")` uma ação sincronizada estiver ativa, que logo define novamente o $AA_OFF (`DO $AA_OFF[<eixo>]=<valor>`), então o $AA_OFF será desativado e não será mais definido, além de ser emitido o alarme 21660. Entretanto, se a ação sincronizada for ativada posteriormente, p. ex. no bloco após o `CORROF`, então o $AA_OFF será definido e um Offset de posição será interpolado.

Troca de canais automática

Se um eixo, para o qual foi programado um `CORROF`, estiver ativo em outro canal, então ele será buscado para o canal com a troca de canais (Pré-requisito:
MD30552 $MA_AUTO_GET_TYPE > 0) e depois ocorre a desativação do Offset de posição e/ou do deslocamento DRF.

Transferência de funções auxiliares 13

Função

A emissão de funções auxiliares permite informar o PLC sobre o momento em que o programa de peça deseja que determinadas ativações da máquina-ferramenta sejam realizadas pelo PLC. Isto ocorre através da transmissão das respectivas funções auxiliares com seus parâmetros à interface do PLC. O processamento dos valores e sinais transmitidos deve ser realizado pelo programa de usuário de PLC.

Funções auxiliares

As seguintes funções auxiliares podem ser transmitidas ao PLC:

Função auxiliar	Endereço
Seleção de ferramenta	`T`
Correção de ferramenta	`D`, `DL`
Avanço	`F` / `FA`
Rotação do fuso	`S`
Funções M	`M`
Funções H	`H`

Para cada grupo de funções ou cada função individual se define com dados de máquina se a emissão deve ser iniciada **antes**, **durante** ou **após** o movimento de deslocamento.

O PLC pode ser solicitado para emitir funções auxiliares com diferentes comportamentos de confirmação.

Propriedades

Na seguinte tabela estão resumidas as propriedades importantes das funções auxiliares:

Função	Extensão de endereço		Valor			Explicações	Quantidade máxima por bloco
	Significado	Área	Área	Tipo	Significado		
M	-	0 (implícito)	0 ... 99	INT	Função	Para a faixa de valores entre 0 e 99 a extensão de endereço é 0. Obrigatoriamente sem extensão de endereço: M0, M1, M2, M17, M30	5
	Fuso nº	1 - 12	1 ... 99	INT	Função	M3, M4, M5, M19, M70 com extensão de endereço. Fuso nº (p. ex. M2=5 ; parada de fuso 2). Sem nº de fuso se aplica a função para o fuso mestre.	
	Qualquer	0 - 99	100 ... 2147483647	INT	Função	Função M de usuário*	
S	Fuso nº	1 - 12	0 ... ± $1{,}8*10^{308}$	REAL	Número de rotações	Sem nº de fuso se aplica a função para o fuso mestre.	3
H	Qualquer	0 - 99	0 ... ± 2147483647 ± $1{,}8*10^{308}$	 INT REAL	Qualquer	As funções não têm nenhum efeito no NCK, elas são realizadas exclusivamente pelo PLC.*	3
T	Fuso nº (com gerenciamento de ferramentas ativo)	1 - 12	0 - 32000 (também nomes de ferramenta com gerenciamento de ferramentas ativo)	INT	Seleção de ferramenta	Os nomes de ferramenta não são enviados à interface do PLC.	1
D	-	-	0 - 12	INT	Seleção de correção da ferramenta	D0: Desseleção Ocupação prévia: D1	1
DL	Correção em função do local	1 - 6	0 ... ± $1{,}8*10^{308}$	REAL	Seleção de correção fina da ferramenta	Se refere ao número D selecionado anteriormente.	1
F	-	-	0.001 - 999 999,999	REAL	Avanço de trajetória		6
FA	Eixo nº	1 - 31	0.001 - 999 999,999	REAL	Avanço de eixo		
* O significado das funções é definido pelo fabricante da máquina (**Veja as informações do fabricante da máquina!**).							

Outras informações

Número de emissões de função por bloco NC

Em um bloco NC podem ser programados até 10 emissões de função. As funções auxiliares também podem ser emitidas a partir da parte de ação das **ações sincronizadas**.

Literatura:
Manual de funções para ações Sincronizadas

Agrupamento

As funções mencionadas podem ser agrupadas em grupos. Para determinados comandos M a divisão de grupos já está definida! Com o agrupamento pode-se definir o comportamento de confirmação.

Emissões rápidas de função (QU)

As funções que não foram definidas como emissões rápidas poderão ser definidas como tais para determinadas emissões através da palavra-chave `QU`. A execução do programa continua sem esperar pela confirmação da execução da função adicional (a confirmação de transporte é esperada). Dessa forma são evitadas paradas e interrupções desnecessárias dos movimentos de deslocamento.

Indicação

Para a função "Emissão rápida de funções" devem ser ativados os respectivos dados de máquina (→ **Fabricante da máquina!**).

Emissões de funções em movimentos de deslocamento

A transmissão de informações, assim como a espera das reações correspondentes, requerem tempo e também afetam os movimentos de deslocamento.

Confirmação rápida sem retardo na mudança de blocos

O comportamento de mudança de blocos pode ser controlado através de dado de máquina. Com o ajuste "sem retardo na mudança de blocos" se obtém o seguinte comportamento para funções auxiliares rápidas:

Emissão de função auxiliar	Comportamento
antes do movimento	A transição de blocos com funções auxiliares rápidas é realizada **sem** interrupção e **sem** redução de velocidade. A emissão das funções auxiliares é realizada no primeiro ciclo de interpolação do bloco. O bloco seguinte é executado sem retardo de confirmação.
durante o movimento	A transição de blocos com funções auxiliares rápidas é realizada **sem** interrupção e **sem** redução de velocidade. A emissão das funções auxiliares é realizada durante a execução do bloco. O bloco seguinte é executado sem retardo de confirmação.
após o movimento	O movimento é parado no fim do bloco. A emissão das funções auxiliares é realizada no fim do bloco. O bloco seguinte é executado sem retardo de confirmação.

⚠ CUIDADO

Emissões de função em modo de controle da trajetória

As emissões de funções **antes** dos movimentos de deslocamento interrompem o modo de controle da trajetória (`G64` / `G641`) e geram uma parada exata para o bloco precedente.

A emissão de funções **após** os movimentos de deslocamento interrompem o modo de controle da trajetória (`G64` / `G641`) e geram uma parada exata para o atual bloco.

Importante: A espera de um sinal de confirmação do PLC também pode causar a interrupção do modo de controle da trajetória, p. ex. em sucessões de comando M em blocos com distâncias de percurso extremamente curtas.

13.1 Funções M

Função

Com as funções M são ativados processos de comutação como "Refrigeração ON/OFF" e outras funcionalidades na máquina.

Sintaxe

```
M<valor>
M[<extensão de endereço>]=<valor>
```

Significado

`M`:	Endereço para programação das funções M
`<extensão de endereço>`:	Para determinadas funções M aplica-se a forma de escrita ampliada de endereços (p. ex. indicação do número de fuso em funções do fuso).
`<valor>`:	Através da atribuição de valores (número de função M) se estabelece a associação a uma determinada função da máquina. Tipo: INT Faixa de valores: 0 ... 2147483647 (valor INT máx.)

Funções M pré-definidas

Algumas funções M importantes para execução do programa estão pré-definidas no escopo padrão do comando numérico:

Função M	Significado
M0*	Parada programada
M1*	Parada opcional
M2*	Fim do programa principal com retorno ao início do programa
M3	Giro horário do fuso
M4	Giro anti-horário do fuso
M5	Parada do fuso
M6	Troca de ferramentas (ajuste padrão)
M17*	Fim da subrotina
M19	Posicionamento do fuso
M30*	Fim de programa (como M2)
M40	Mudança automática da gama de velocidade
M41	Gama de velocidade 1
M42	Gama de velocidade 2
M43	Gama de velocidade 3
M44	Gama de velocidade 4

Função M	Significado
M45	Gama de velocidade 5
M70	O fuso é comutado para o modo de eixo

ATENÇÃO

Para as funções marcadas com * não é permitido o uso da escrita ampliada de endereços.

Os comandos `M0`, `M1`, `M2`, `M17` e `M30` sempre são iniciados **após** o movimento de deslocamento.

Funções M definidas pelo fabricante da máquina

Todos os números de função M livres podem ser utilizados pelo fabricante da máquina, p. ex. com funções de comutação para controle de dispositivos de fixação ou a ativação e desativação de outras funções de máquina.

ATENÇÃO

As funcionalidades associadas aos números de função M livres são específicas da máquina. Por isso que uma determinada função M pode ter uma diferente funcionalidade em outras máquinas.

As funções M disponíveis em uma máquina e suas funcionalidades estão mencionadas nas informações do fabricante da máquina.

Exemplos

Exemplo 1: Número máximo de funções M no bloco

Código de programa	Comentário
N10 S...	
N20 X... M3	; Função M no bloco com movimento de eixo, fuso acelera antes do movimento do eixo X.
N180 M789 M1767 M100 M102 M376	; Máximo 5 funções M no bloco.

Exemplo 2: Função como emissão rápida

Código de programa	Comentário
N10 H=QU(735)	; Emissão rápida para H735.
N10 G1 F300 X10 Y20 G64	;
N20 X8 Y90 M=QU(7)	; Emissão rápida para M7.

`M7` foi programado como emissão rápida, de modo que o modo de controle da trajetória (`G64`) não seja interrompido.

Indicação

Defina esta função somente em casos isolados, pois em uma ação conjunta com outras emissões de função pode haver uma alteração no tempo.

Outras informações sobre os comandos M pré-definidos

Parada programada: M0

A usinagem é parada no bloco NC com `M0`. Agora podemos realizar operações como remoção de cavacos, medição, etc.

Parada programada 1 – Parada opcional: M1

`M1` pode ser ajustado com:

- HMI/Diálogo "Controle de programa"

  ou

- Interface NC/PLC

A execução do programa do NC é parada nos blocos programados.

Parada programada 2 – Uma função auxiliar associada ao M1 com parada na execução do programa

A parada programada 2 pode ser ajustada através da HMI/diálogo "Controle de programa" e permite em qualquer momento uma interrupção de processos tecnológicos no final da peça a ser usinada. Com isso o operador pode intervir na produção em andamento, para, por exemplo, eliminação de cavacos.

Fim do programa: M2, M17, M30

Um programa é finalizado com `M2`, `M17` ou `M30` para retornar ao início do programa. Se o programa principal é chamado a partir de outro programa (como se fosse uma subrotina), então atuam o `M2` / `M30` assim como o `M17` e vice-versa, ou seja , o `M17` atua no programa principal como `M2` / `M30`.

Funções de fuso: M3, M4, M5, M19, M70

Em todas as funções de fuso pode-se aplicar a escrita ampliada de endereços com indicação do número do fuso.

Exemplo:

Código de programa	**Comentário**
`M2=3`	`; Giro de fuso à direita para o segundo fuso`

Se não for programada nenhuma extensão de endereço, se aplica a função para o fuso mestre.

14 Comandos suplementares

14.1 Emissão de mensagens (MSG)

Função

Com a função `MSG()` é possível enviar uma sequência de caracteres qualquer do programa de peça na forma de mensagem para o operador.

Sintaxe

```
MSG("<mensagem de texto>"[,<execução>])
MSG()
```

Significado

`MSG`:	Palavra-chave para programação de um texto de mensagem.
`<texto de mensagem>`:	Qualquer sequência de caracteres para exibir como uma mensagem. Tipo: STRING Comprimento máximo: 124 caracteres; a exibição ocorre em duas linhas (2*62 caracteres) No texto de mensagem também podem ser retornadas variáveis através do uso do operador de concatenação "<<". Através da programação do `MSG()` sem texto de mensagem é possível apagar novamente a atual mensagem.
`<execução>`:	Parâmetro opcional para definir o momento em que a gravação da mensagem será executada. Valores disponíveis: 0, 1 Valor padrão: 0

Valor	Significado
0	Para a gravação da mensagem não é gerado nenhum bloco de processamento principal próprio. Ele ocorre no próximo bloco NC que será executado. Nenhuma interrupção de um modo de controle da trajetória ativo.
1	Para a gravação da mensagem é gerado um bloco de processamento principal próprio. Um modo de controle da trajetória que estiver ativo será interrompido.

Exemplos

Exemplo 1: Emissão / deletação de mensagens

Código de programa	Comentário
N10 G91 G64 F100	; Modo de controle da trajetória
N20 X1 Y1	
N... X... Y...	
N20 MSG ("Usinagem da peça 1")	; A mensagem somente será emitida com o N30.
	; O modo de controle da trajetória é mantido.
N30 X... Y...	
N... X... Y...	
N400 X1 Y1	;
N410 MSG ("Usinagem da peça 2",1)	; A mensagem é emitida com o N410.
	; O modo de controle da trajetória é interrompido.
N420 X1 Y1	
N... X... Y...	
N900 MSG ()	; Apagar mensagem

Exemplo 2: Texto de mensagem com variável

Código de programa	Comentário
N10 R12=$AA_IW[X]	; Atual posição do eixo X em R12
N20 MSG("Posição do eixo X"<<R12<<"verificar")	; Emissão da mensagem com a variável R12
N...	;
N90 MSG ()	; Apaga mensagem do N20

14.2 Gravação de String na variável BTSS (WRTPR)

Função

Com a função `WRTPR()` é possível gravar uma sequência de caracteres qualquer do programa de peça a partir da variável progProtText de BTSS.

Sintaxe

```
WRTPR(<sequência de caracteres>[,<execução>])
```

Significado

`WRTPR`:	Função para retorno de uma sequência de caracteres.
`<sequência de caracteres>`:	Qualquer sequência de caracteres que é gravada na variável progProtText de BTSS. Tipo: STRING Comprimento máximo: 128 caracteres
`<execução>`:	Parâmetro opcional para definir o momento em que a gravação da String será executada. Valores disponíveis: 0, 1 Valor padrão: 0

Valor	Significado
0	Para a gravação da String não é gerado um bloco de processamento principal próprio. Ele ocorre no próximo bloco NC que será executado. Nenhuma interrupção de um modo de controle da trajetória ativo.
1	Para a gravação da String é gerado um bloco de processamento principal próprio. Um modo de controle da trajetória que estiver ativo será interrompido.

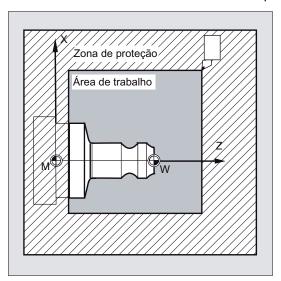
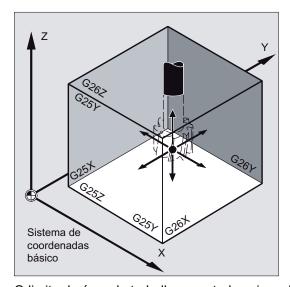
Exemplos

Código de programa	Comentário
`N10 G91 G64 F100`	; Modo de controle da trajetória
`N20 X1 Y1`	
`N30 WRTPR("N30")`	; A String "N30" somente será gravada no N40.
	; O modo de controle da trajetória é mantido.
`N40 X1 Y1`	
`N50 WRTPR("N50",1)`	; A String "N50" é gravada no N50.
	; O modo de controle da trajetória é interrompido.
`N60 X1 Y1`	

14.3 Limitação da área de trabalho

14.3.1 Limite de área de trabalho em BCS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF)

Função

A área de trabalho (campo de trabalho, espaço de trabalho) onde a ferramenta deve ser deslocada pode ser limitada em todos os canais com o `G25`/`G26`. As áreas fora do limite de área de trabalho `G25`/`G26` definido estão bloqueadas para movimentos da ferramenta.

As indicações de coordenadas para os diversos eixos são aplicadas no sistema de coordenadas básico:

O limite de área de trabalho para todos eixos definidos deve ser programado com o comando `WALIMON`. O limite de área de trabalho torna-se inativo com o `WALIMOF`. O `WALIMON` é ajuste padrão e somente deve ser programado se anteriormente foi desativado o limite de área de trabalho.

Sintaxe

```
G25 X… Y… Z…
G26 X… Y… Z…
WALIMON
WALIMOF
```

Significado

`G25`:	Limite da área de trabalho **inferior** Atribuição de valores em eixos de canal no sistema de coordenadas básico
`G26`:	Limite da área de trabalho **superior** Atribuição de valores em eixos de canal no sistema de coordenadas básico
`X… Y… Z…`:	Limites da área de trabalho inferior e superior para os eixos de canal individuais As indicações estão relacionadas ao sistema de coordenadas básico.
`WALIMON`:	**Ativa**ção do limite da área de trabalho para todos eixos
`WALIMOF`:	**Desativa**ção do limite da área de trabalho para todos eixos

Além da especificação programável dos valores através do `G25`/`G26` também é possível especificar através de dados de ajuste específicos de eixo:

SD43420 $SA_WORKAREA_LIMIT_PLUS (limite de área de trabalho positivo)

SD43430 $SA_WORKAREA_LIMIT_MINUS (limite de área de trabalho negativo)

A ativação e desativação do limite de área de trabalho parametrizado através do SD43420 e do SD43430 são realizadas especificamente para o sentido através dos dados de ajuste específicos de eixo e com efeito imediato:

SD43400 $SA_WORKAREA_PLUS_ENABLE (limite de área de trabalho ativo no sentido positivo)

SD43410 $SA_WORKAREA_MINUS_ENABLE (limite de área de trabalho ativo no sentido negativo)

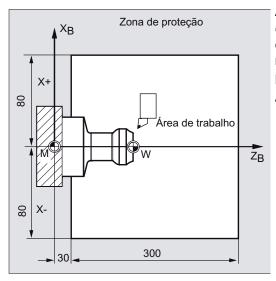
Através da ativação / desativação específica de sentido é possível limitar a área de trabalho para um eixo apenas em um sentido.

Indicação

O limite de área de trabalho programado com `G25`/`G26` tem prioridade e sobrescreve os valores introduzidos no SD43420 e no SD43430.

Indicação

Com `G25`/`G26` também podem ser programados valores de limite para rotação do fuso que são indicados sob o endereço `S`. Para obter mais informações sobre este assunto, veja " Limitação programável da rotação do fuso (G25, G26) (Página 108) ".

Exemplo

Através do limite de área de trabalho com G25/26 se limita o espaço de trabalho de modo que os dispositivos periféricos, tais como revólveres, estação de medição, etc. estejam protegidos contra danificação.

Ajuste básico: WALIMON

Código de programa	Comentário
N10 G0 G90 F0.5 T1	
N20 G25 X-80 Z30	; Definição do limite inferior para eixos de coordenadas individuais
N30 G26 X80 Z330	; Definição do limite superior
N40 L22	; Programa de desbaste
N50 G0 G90 Z102 T2	; Ao ponto de troca de ferramentas
N60 X0	
N70 WALIMOF	; Desativação do limite da área de trabalho
N80 G1 Z-2 F0.5	; Furação
N90 G0 Z200	; retornado
N100 WALIMON	; Ativação do limite da área de trabalho
N110 X70 M30	; Fim do programa

Outras informações

Ponto de referência na ferramenta

Com a correção de comprimento da ferramenta ativada, se monitora como ponto de referência a ponta da ferramenta; caso contrário o ponto de referência do porta-ferramenta.

A consideração do raio da ferramenta deve ser ativado separadamente. Isto se realiza através do dado de máquina específico de canal:

MD21020 $MC_WORKAREA_WITH_TOOL_RADIUS

Se o ponto de referência da ferramenta estiver fora dos limites da área de trabalho definida, ou avançar para fora desta área, então o programa pára de ser executado.

Indicação

Se existem transformações ativas, a consideração dos dados de ferramenta (comprimento e raio) podem divergir do comportamento descrito.

Literatura:
/FB1/ Manual de funções básicas; Monitorações de eixos, áreas de proteção (A3), Capítulo: "Monitoração do limite de área de trabalho"

Limite programável da área de trabalho, G25/G26

Para cada eixo se pode definir um limite superior (`G26`) e um limite inferior (`G25`) para área de trabalho. Estes valores se aplicam com efeito imediato e se conservam com o ajuste de dado de máquina (→ MD10710 $MN_PROG_SD_RESET_SAVE_TAB) após o RESET e o religamento.

Indicação

No Manual de Programação Avançada encontramos a descrição da subrotina CALCPOSI. Com esta subrotina é possível verificar antes dos movimentos de deslocamento, se o percurso previsto será executado levando em consideração os limites de área de trabalho e/ou áreas de proteção.

14.3.2 Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10)

Função

Além do limite da área de trabalho com `WALIMON` (veja Limite de área de trabalho em BCS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) (Página 394)) existe outro tipo de limite da área de trabalho que é ativado com os comandos G `WALCS1` - `WALCS10`. A diferença do limite de área de trabalho com `WALIMON` é que aqui a área de trabalho não é limitada no sistema de coordenadas básico, mas limitada **especificamente para as coordenadas** no sistema de coordenadas da peça (WCS) ou no sistema de ponto zero ajustável (ENS).

Através dos comandos G `WALCS1` - `WALCS10` é selecionado um bloco de dados (grupo de limite de área de trabalho) entre os 10 blocos de dados específicos de canal para os limites de área de trabalho específicos de sistema de coordenadas. Um bloco de dados contém os valores de limite para todos os eixos no canal. Os limites também são definidos através de variáveis de sistema específicas de canal.

Aplicação

O limite de área de trabalho com `WALCS1` - `WALCS10` ("Limite de área de trabalho em WCS/ENS") serve principalmente para limitação de área de trabalho em tornos convencionais. Ele oferece a possibilidade do programador utilizar os "encostos" definidos "manualmente" na movimentação dos eixos para definição de um limite de área de trabalho relativo à peça.

Sintaxe

O "Limite de área de trabalho em WCS/ENS" é ativado através da seleção de um grupo de limites de área de trabalho. A seleção é realizada com os comandos G:

`WALCS1`	Ativação do grupo de limites de área de trabalho nº 1
...	
`WALCS10`	Ativação do grupo de limites de área de trabalho nº 10

A desativação do "Limite de área de trabalho em WCS/ENS" é realizada através da chamada do comando G:

`WALCS0`	Desativação do grupo de limites de área de trabalho ativo

Significado

A definição dos limites da área de trabalho dos diversos eixos assim como a seleção do quadro de referência (WCS ou ENS), onde deve atuar o limite de área de trabalho ativado com `WALCS1` - `WALCS10`, são realizados através da descrição das variáveis de sistema específicas de canal:

<table>
<tr><th>Variável de sistema</th><th colspan="2">Significado</th></tr>
<tr><td colspan="3">Definição dos limites de área de trabalho</td></tr>
<tr><td>$AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE [WALimNo, ax]</td><td colspan="2">Validade do limite da área de trabalho em sentido positivo do eixo.</td></tr>
<tr><td>$AC_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS [WALimNo, ax]</td><td colspan="2">Limite de área de trabalho em sentido positivo do eixo.
Apenas ativo quando:
$AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE = TRUE</td></tr>
<tr><td>$AC_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE [WALimNo, ax]</td><td colspan="2">Validade do limite da área de trabalho em sentido negativo do eixo.</td></tr>
<tr><td>$AC_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS [WALimNo, ax]</td><td colspan="2">Limite de área de trabalho em sentido negativo do eixo.
Apenas ativo quando:
$AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE = TRUE</td></tr>
<tr><td colspan="3">Seleção do quadro de referência</td></tr>
<tr><td rowspan="4">$AC_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM [WALimNo]</td><td colspan="2">Sistema de coordenadas ao qual se refere o grupo de limite de área de trabalho:</td></tr>
<tr><td>Valor</td><td>Significado</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Sistema de coordenadas da peça de trabalho (WCS)</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Sistema de ponto zero ajustável (ENS)</td></tr>
</table>

<WALimNo>: Número do grupo de limite de área de trabalho.

<ax>: Nome de eixo de canal ao qual se aplica o valor.

Exemplo

No canal estão definidos 3 eixos: X, Y e Z

Deve ser definido e, em seguida, ativado um grupo de limite de área de trabalho nº 2 no qual os eixos no WCS são limitados de acordo com as seguintes especificações:

- Eixo X em sentido positivo: 10 mm
- Eixo X em sentido negativo: Sem limitação
- Eixo Y em sentido positivo: 34 mm
- Eixo Y em sentido negativo: -25 mm
- Eixo Z em sentido positivo: Sem limitação
- Eixo Z em sentido negativo: -600 mm

Código de programa	Comentário
...	;
N51 $AC_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[2] = 1	; O limite de área de trabalho do grupo de limites 2 é valido no WCS.
N60 $AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,X] = TRUE	;
N61 $AC_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,X] = 10	;
N62 $AC_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,X] = FALSE	;
N70 $AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,Y] = TRUE	;
N73 $AC_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,Y] = 34	;
N72 $AC_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,Y] = TRUE	;
N73 $AC_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[2,Y]=-25	;
N80 $AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,Z] = FALSE	;
N82 $AC_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,Z] = TRUE	;
N83 $AC_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,Z]=-600	;
...	
N90 WALCS2	; Ativação do grupo de limites da área de trabalho n° 2.
...	

Outras informações

Efeito

O limite de área de trabalho com `WALCS1` - `WALCS10` atua independentemente do limite de área de trabalho com `WALIMON`. Quando as duas funções estão ativas, atua a limitação que afetar primeiro o movimento de eixo.

Ponto de referência na ferramenta

A consideração dos dados de ferramenta (comprimento e raio), assim como o ponto de referência na ferramenta durante a monitoração do limite de área de trabalho, corresponde ao comportamento do limite de área de trabalho com `WALIMON`.

14.4 Aproximação do ponto de referência (G74)

Função

Depois de ligar a máquina, todas as unidades de avanço devem ser aproximadas em suas marcas de referência (com utilização de sistemas de medição de curso incrementais). Somente então podem ser programados movimentos de deslocamento.

Com G74 se executa a aproximação do ponto de referência no programa NC.

Sintaxe

`G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 A1=0 …` ; Programação em bloco NC próprio

Significado

`G74`:	Aproximação do ponto de referência
`X1=0 Y1=0 Z1=0 …` :	O endereço de eixo de máquina especificado X1, Y1, Z1… para eixos lineares é deslocado até o ponto de referência
`A1=0 B1=0 C1=0 …` :	O endereço de eixo de máquina especificado A1, B1, C1… para eixos rotativos é deslocado até o ponto de referência

---

Indicação

Antes da aproximação do ponto de referência não pode ser programada nenhuma transformação para um eixo que deve ser deslocado até a marca de referência através do G74.

A transformação é desativada com o comando TRAFOOF.

Exemplo

Ao trocar o sistema de medição se deve aproximar o ponto de referência e ajustar o ponto zero da peça.

Código de programa	Comentário
`N10 SPOS=0`	; Fuso em controle de posição
`N20 G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 C1=0`	; Aproximação do ponto de referência para eixos lineares e eixos rotativos
`N30 G54`	; Deslocamento de ponto zero
`N40 L47`	; Programa de desbaste
`N50 M30`	; Fim do programa

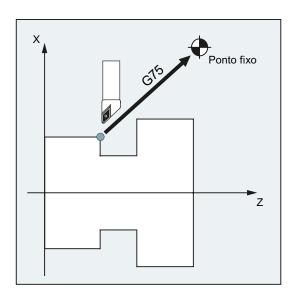
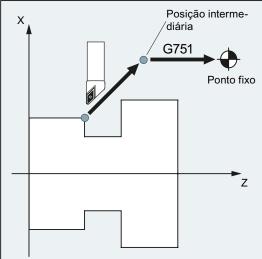
14.5 Aproximação de ponto fixo (G75, G751)

Função

Com o comando G75/G751 ativo por bloco os eixos podem ser deslocados individualmente e independentemente um do outro até pontos fixos na área da máquina, p. ex. até pontos de troca de ferramentas, pontos de carga, pontos de troca de paletes, etc.

Os pontos fixos são posições no sistema de coordenadas da máquina que estão armazenados em dados de máquina (MD30600 $MA_FIX_POINT_POS[n]). Por eixo pode ser definidos até 4 pontos fixos.

Os pontos fixos podem ser aproximados das atuais posições de ferramenta ou de peça de trabalho a partir de qualquer programa NC. Antes do movimentos dos eixos é executada uma parada de pré-processamento interna.

A aproximação pode ser realizada diretamente (G75) ou através de um ponto intermediário (G751):

Pré-requisitos

Para a aproximação de pontos fixos com G75/G751 devem ser preenchidos os seguintes requisitos:

- As coordenadas do ponto fixo devem ser determinadas com exatidão e estarem armazenadas em dados de máquina.
- Os pontos fixos devem estar dentro da área de deslocamento válida (→ Observar os limites de fim de curso de software!)
- Os eixos que devem ser deslocados precisam estar referenciados.
- Nenhuma compensação do raio de ferramenta pode estar ativa.
- Não pode haver nenhuma transformação cinemática ativa.
- Os eixos que devem ser deslocados não podem estar envolvidos em nenhuma transformação ativa.
- Nenhum dos eixos que devem ser deslocados pode ser eixo escravo de um acoplamento ativo.

- Nenhum dos eixos que devem ser deslocados pode ser eixo de um agrupamento Gantry.
- Os ciclos de compilação não podem acionar nenhuma parte de movimento.

Sintaxe

```
G75/G751 <nome de eixo><posição de eixo> ... FP=<n>
```

Significado

`G75`:	Aproximação direta do ponto fixo
`G751`:	Aproximação do ponto fixo através de ponto intermediário
`<nome de eixo>`:	Nome do eixo de máquina que deve ser deslocado até o ponto fixo São permitidos todos os identificadores de eixo.
`<posição de eixo>`:	Com o `G75` o valor de posição especificado não tem nenhum significado. Por isso que normalmente é especificado o valor "0". Diferente do que ocorre com o `G751`. Aqui deve ser especificado como valor a posição do ponto intermediário a ser aproximada.
`FP=`:	Ponto fixo que deve ser aproximado `<n>`: Número de ponto fixo Faixa de valores: 1, 2, 3, 4 **Nota:** Se nenhum `FP=<n>` ou nenhum número de ponto fixo estiver programado ou se for programado `FP=0`, isto será interpretado como `FP=1` e será aproximado o ponto fixo 1.

Indicação

Em um bloco `G75`/`751` também podem ser programados vários eixos. Os eixos são deslocados simultaneamente até o ponto fixo especificado.

Indicação

Para `G751` aplica-se: Não podem ser programados eixos que somente devem aproximar o ponto fixo sem antes deslocar até um ponto intermediário.

Indicação

O valor do endereço `FP` não pode ser maior que o número de pontos fixos definidos para cada eixo programado (MD30610 $MA_NUM_FIX_POINT_POS).

Exemplos

Exemplo 1: G75

Para uma troca de ferramentas os eixos X (= AX1) e Z (= AX3) devem ser deslocados até a posição fixa de eixo de máquina 1 com X = 151,6 e Z = -17,3.

Dados de máquina:

- MD30600 $MA_FIX_POINT_POS[AX1,0] = 151.6
- MD30600 $MA_FIX_POINT[AX3,0] = 17.3

Programa NC:

Código de programa	Comentário
…	
N100 G55	; Ativação de deslocamento de ponto zero ajustável.
N110 X10 Y30 Z40	; Aproximação de posições em WCS.
N120 G75 X0 Z0 FP=1 M0	; O eixo X desloca-se até a posição 151,6 e o eixo Z até 17,3 (em MKS). Cada eixo desloca-se independentemente com a velocidade máxima. Neste bloco não pode haver nenhum movimento adicional ativo. Para que depois do alcance das posições finais não seja executado mais nenhum movimento adicional, adiciona-se aqui uma parada.
N130 X10 Y30 Z40	; Novamente é aproximada a posição do N110. O deslocamento de ponto zero está novamente ativo.
…	

Indicação

Se a função "Gerenciamento de ferramentas com magazines" estiver ativa, a função auxiliar `T…` ou `M...` (normalmente `M6`) não será suficiente para disparar o bloqueio de mudança de blocos no fim do movimento `G75`.

Motivo: Com o ajuste "O gerenciamento de ferramentas com magazine está ativo" as funções auxiliares para a troca de ferramentas não são enviadas ao PLC.

Exemplo 2: G751

Primeiro deve ser aproximada a posição X20 Z30, depois a posição fixa de eixo de máquina 2.

Código de programa	Comentário
…	
N40 G751 X20 Z30 FP=2	; Primeiro é aproximada a posição X20 Z30 em avanço rápido como trajetória. Depois é percorrido o percurso do X20 Z30 até o 2° ponto fixo nos eixos X e Y como ocorre no G75.
…	

Outras informações

G75

Os eixos são deslocados como eixos de máquina em avanço rápido. O movimento é reproduzido internamente através das funções "SUPA" (supressão de todos os Frames) e "G0 RTLIOF" (movimento de avanço rápido com interpolação de eixo individual).

Se as condições para o "RTLIOF" (interpolação de eixo individual) não forem preenchidas, o ponto fixo será aproximado como trajetória.

Com o alcance do ponto fixo os eixos dentro da janela de tolerância "Parada exata fina" serão parados.

G751

A posição intermediária é aproximada com avanço rápido e compensação ativa (corretores de ferramenta, Frames, etc.), os eixos, neste caso, deslocam-se com interpolação. A aproximação seguinte do ponto fixo é executada como no `G75`. Após o alcance do ponto fixo as correções são novamente ativadas (como no `G75`).

Movimentos adicionais por eixo

Os seguintes movimentos adicionais por eixo são considerados no momento da interpolação do bloco `G75`/`G751`:

- Deslocamento de ponto zero externo
- DRF
- Offset de ação sincronizada ($AA_OFF)

Depois disso, os movimentos adicionais dos eixos não podem ser alterados, até ser alcançado o fim do movimento de deslocamento através do bloco `G75`/`G751`.

Os movimentos adicionais após a interpretação do `G75`/`G751` resultam em um deslocamento correspondente do ponto fixo aproximado.

Os seguintes movimentos adicionais não são considerados independentemente do momento de interpolação e resultam em um deslocamento correspondente da posição de destino:

- Compensação de ferramenta Online
- Movimentos adicionais dos ciclos de compilação em BCS como em MCS

Frames ativos

Todos Frames ativos serão ignorados. O deslocamento é realizado no sistema de coordenadas da máquina.

Limite da área de trabalho em WCS/ENS

O limite da área de trabalho específico de sistema de coordenadas (`WALCS0` ... `WALCS10`) não tem efeito no bloco com `G75`/`G751`. O ponto de destino é monitorado como ponto de partida do bloco seguinte.

Movimentos de eixo/fuso com POSA/SPOSA

Se eixos/fusos programados foram deslocados primeiro com o `POSA` ou `SPOSA`, estes movimentos são executados primeiro até o fim, antes da aproximação do ponto fixo.

Funções de fuso no bloco do G75/G751

Se o fuso não estiver envolvido com a função "Aproximação de ponto fixo", também poderão ser programadas funções de fuso no bloco do `G75`/`G751` (p. ex. posicionamento com `SPOS`/`SPOSA`).

Eixos Modulo

Com os eixos Modulo o ponto fixo é aproximado pelo curso mais curto.

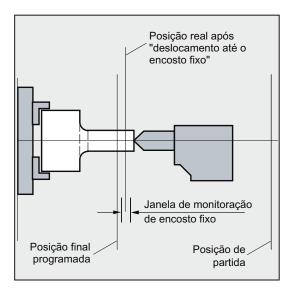
Literatura

Para mais informações sobre "Aproximação de pontos fixos", veja:

Manual de funções ampliadas; Deslocamento manual e manivela eletrônica (H1), capítulo: "Aproximação de ponto fixo em JOG"

14.6 Deslocar até o encosto fixo (FXS, FXST, FXSW)

Função

Com a ajuda da função "Deslocamento até o encosto fixo" é possível estabelecer a força necessária para a fixação das peças de trabalho, como no caso de contrapontas, pinolas e garras. Além disso, com esta função se realiza a aproximação dos pontos de referência mecânicos.

Com um torque devidamente reduzido também são realizados processos simples de medição, evitando a necessidade de se conectar um apalpador. A função "Deslocamento até o encosto fixo" pode ser empregada para eixos e como fusos em modo de eixo.

Sintaxe

```
FXS[<eixo>]=…
FXST[<eixo>]=…
FXSW[<eixo>]=…
FXS[<eixo>]=… FXST[<eixo>]=…
FXS[<eixo>]=… FXST[<eixo>]=… FXSW[<eixo>]=…
```

Significado

`FXS`:	Comando para ativar e desativar a função "Deslocamento até o encosto fixo"	
	`FXS[<eixo>]=1`:	Ativação da função
	`FXS=[<eixo>]=0`:	Desativação da função
`FXST`:	Comando opcional para ajustar o torque de fixação Indicação em % do torque máximo do acionamento.	

`FXSW`:	Comando opcional para ajustar a largura de janela para a monitoração de encosto fixo Indicação em mm, polegada ou graus.
`<eixo>`:	Nomes de eixos de máquina São programados eixos de máquina (X1, Y1, Z1, etc.)

Indicação

Os comandos `FXS`, `FXST` e `FXSW` estão ativos de forma modal.

A programação do `FXST` e do `FXSW` é opcional: Se nenhuma indicação for feita, sempre será aplicado o último valor programado ou o valor ajustado no respectivo dado de máquina.

Ativação do deslocamento até o encosto fixo: FXS[<eixo>] = 1

O movimento até o ponto de destino pode ser descrito como movimento de percurso ou de posicionamento. Nos eixos de posicionamento a função também é possível além dos limites dos blocos.

O deslocamento até o encosto fixo também pode ser realizado simultaneamente para vários eixos e paralelamente ao movimento de outros eixos. O encosto fixo deve estar entre o ponto de partida e o ponto de destino.

Exemplo:

Código de programa	Comentário
`X250 Y100 F100 FXS[X1]=1 FXST[X1]=12.3 FXSW[X1]=2`	; O eixo X1 é deslocado com o avanço F100 (indicação opcional) até a posição de destino X=250 mm. O torque de aperto é de 12.3% do torque máximo do acionamento; a monitoração é realizada em uma janela com largura de 2 mm.
`...`	

CUIDADO

Assim que a função "Deslocamento até o encosto fixo" for ativada para um eixo / fuso, não se pode programar nenhuma nova posição para este eixo.

Os fusos precisam ser comutados para modo de controle de posição antes da ativação da função.

Desativação do deslocamento até o encosto fixo: FXS[<eixo>] = 0

A desativação da função aciona uma parada do pré-processamento.

No bloco com `FXS[<eixo>]=0` apenas podem e devem existir movimentos de deslocamento.

Exemplo:

Código de programa	Comentário
X200 Y400 G01 G94 F2000 FXS[X1]=0	; O eixo X1 é recuado do encosto fixo até a posição X=200mm. Todas demais especificações são opcionais.
...	

CUIDADO
O movimento de deslocamento até a posição de retrocesso deve ser realizado partindo-se do encosto fixo; caso contrário podem ocorrer danos no encosto ou na máquina. A mudança de blocos é realizada depois que a posição de retrocesso for alcançada. Se não for indicada nenhuma posição de retrocesso, a mudança de blocos será executada imediatamente após a desativação da limitação de torque.

Torque de fixação (FXST) e janela de monitoração (FXSW)

Uma limitação de torque `FXST` programada atua no início do bloco, isto é, também a aproximação do encosto é realizada com torque reduzido. O `FXST` e o `FXSW` podem ser programados e alterados a qualquer momento no programa de peça. As modificações são ativadas antes dos movimentos de deslocamento, que estão no mesmo bloco.

Se for programada uma nova janela de monitoração do encosto fixo, então não apenas será alterada a largura da janela, mas também será alterado o ponto de referência para o centro da janela quando o eixo sofre um movimento anterior. Se a janela for alterada, a posição real do eixo da máquina passa a ser o novo centro da janela.

CUIDADO
A janela deve ser selecionada de modo que apenas um rompimento de barreira do encosto provoque a ativação da monitoração do encosto fixo.

Outras informações

Rampa ascendente

Através de um dado de máquina pode-se definir a rampa ascendente para um novo limite de torque, para evitar um ajuste brusco do limite de torque (p. ex. com a pressão de um contraponta).

Omissão de alarmes

Em aplicações, o alarme de encosto pode ser suprimido a partir do programa de peça, onde se mascara o alarme em um dado de máquina e se ativa o ajuste do dado de máquina com NEW_CONF.

Ativação

Os comandos para o deslocamento até o encosto fixo podem ser chamados a partir de ações sincronizadas / ciclos tecnológicos. A ativação também pode ser realizada sem movimento, o torque é imediatamente limitado. Assim que o eixo for movimentado com o valor nominal, será realizada a monitoração no encosto.

Ativação a partir de ações sincronizadas

Exemplo:

Se o evento esperado ($R1) ocorre sem o deslocamento até o encosto fixo, então deve ser ativado o `FXS` para o eixo Y. O torque deve ser 10% do torque nominal. Para a largura da janela de monitoração se aplica o valor pré-definido.

Código de programa
`N10 IDS=1 WHENEVER (($R1=1) AND ($AA_FXS[Y]==0)) DO $R1=0 FXS[Y]=1 FXST[Y]=10`

O programa de peça normal deve fazer com que o $R1 seja introduzido no momento desejado.

Desativação a partir de ações sincronizadas

Exemplo:

Quando um evento esperado ($R3) e o estado "Encosto aproximado" (variável de sistema $AA_FXS) estiverem presentes, se deve desfazer a seleção do FXS.

Código de programa
`IDS=4 WHENEVER (($R3==1) AND ($AA_FXS[Y]==1)) DO FXS[Y]=0 FA[Y]=1000 POS[Y]=0`

Encosto fixo alcançado

Depois que o encosto fixo é alcançado:

- o curso restante é anulado e o valor nominal de posição é acompanhado.
- Aumenta o torque de acionamento até o valor limite programado `FXSW` e depois permanece constante.
- a monitoração do encosto fixo é ativada dentro da largura de janela indicada.

Condições gerais

- Medição com anulação de curso restante

  A "Medição com anulação do curso restante" (comando `MEAS`) e "Deslocamento até o encosto fixo" não podem ser programados simultaneamente em um bloco.

  Exceção:

  Uma função atua sobre um eixo de percurso e a outra sobre um eixo de posicionamento, ou as duas atuam sobre eixos de posicionamento.

- Monitoração de contorno

  Enquanto o "Deslocamento até o encosto fixo" estiver ativo, não será realizada nenhuma monitoração de contorno.

- Eixos de posicionamento

  No "Deslocamento até o encosto fixo" com eixos de posicionamento a mudança de blocos é realizada independente do movimento até o encosto fixo.

- Eixos lincados e eixos contentores

  O deslocamento até o encosto fixo também é permitido para eixos lincados e eixos contentores.

  O estado do eixo de máquina atribuído é mantido além do giro de contentor. Isto também se aplica para limite de torque modal com FOCON.

  Literatura:

  – Manual de funções ampliadas; Vários painéis de operação em várias NCUs, Sistemas descentralizados (B3)

  – Manual de programação Avançada; Tema: "Deslocamento até o encosto fixo (FXS e FOCON/FOCOF)"

- O deslocamento até o encosto fixo não é possível:

  – em eixos Gantry

  – para eixos de posicionamento concorrentes, que são controlados exclusivamente pelo PLC (a ativação do `FXS` deve ser realizada a partir do programa NC).

- Se o limite de torque for reduzido excessivamente, o eixo não poderá mais acompanhar o valor nominal, o regulador de posição entra no limite e o desvio de contorno aumenta. Neste estado operacional podem ser produzidos movimentos bruscos com o aumento do limite de torque. Para assegurar que o eixo ainda possa acompanhar, deve-se controlar para que o desvio do contorno não seja maior que com o torque sem limitação.

14.7 Comportamento da aceleração

14.7.1 Modo de aceleração (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA)

Função

Para programação do modo de aceleração estão disponíveis os seguintes comandos de programa de peça:

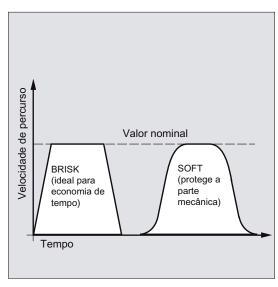
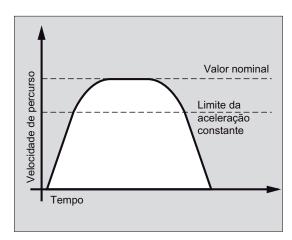
- `BRISK`, `BRISKA`

  Os eixos individuais e os eixos de percurso são deslocados com a máxima aceleração até alcançarem a velocidade de avanço programada (**Aceleração sem limitação de solavancos**).

- `SOFT`, `SOFTA`

  Os eixos individuais e os eixos de percurso são deslocados com aceleração constante até alcançarem a velocidade de avanço programada (**Aceleração com limitação de solavancos**).

- `DRIVE`, `DRIVEA`

  Os eixos individuais e os eixos de percurso são deslocados com a aceleração máxima até um determinado limite de velocidade projetado (ajuste de dado de máquina!). Em seguida é realizada uma redução de aceleração (ajuste de dado de máquina!) até ser alcançada a velocidade de avanço programada.

Esquema 14-1 Desenvolvimento da velocidade de percurso com `BRISK` e `SOFT`

Esquema 14-2 Desenvolvimento da velocidade de percurso com `DRIVE`

Sintaxe

```
BRISK
BRISKA(<eixo1>,<eixo2>,…)
SOFT
SOFTA(<eixo1>,<eixo2>,…)
DRIVE
DRIVEA(<eixo1>,<eixo2>,…)
```

Significado

`BRISK`:	Comando para ativação da "Aceleração sem limitação de solavancos" para eixos de percurso.
`BRISKA`:	Comando para ativação da "Aceleração sem limitação de solavancos" para movimentos de eixo individual (JOG, JOG/INC, eixo de posicionamento, eixo oscilante, etc.).
`SOFT`:	Comando para ativação da "Aceleração com limitação de solavancos" para os eixos de percurso.
`SOFTA`:	Comando para ativação da "Aceleração com limitação de solavancos" para movimentos de eixo individual (JOG, JOG/INC, eixo de posicionamento, eixo oscilante, etc.).
`DRIVE`:	Comando para ativação da aceleração reduzida acima de um determinado limite de velocidade projetado (MD35220 $MA_ACCEL_REDUCTION_SPEED_POINT) para os eixos de percurso.
`DRIVEA`:	Comando para ativação da aceleração reduzida acima de um determinado limite de velocidade projetado (MD35220 $MA_ACCEL_REDUCTION_SPEED_POINT) para movimentos de eixo individual (JOG, JOG/INC, eixo de posicionamento, eixo oscilante, etc.).
`(<eixo1>,<eixo2>,…)`:	Eixos individuais que devem ser aplicados para o modo de aceleração chamado.

Condições gerais

Mudança do modo de aceleração durante a usinagem

Se em um programa de peça o modo de aceleração for mudado durante o processo de usinagem (`BRISK` ↔ `SOFT`), também será realizada uma mudança de blocos com parada exata no fim do bloco durante o modo de controle da trajetória na transição.

Exemplos

Exemplo 1: SOFT e BRISKA

Código de programa
N10 G1 X… Y… F900 SOFT
N20 BRISKA(AX5,AX6)
...

Exemplo 2: DRIVE e DRIVEA

Código de programa
N05 DRIVE
N10 G1 X… Y… F1000
N20 DRIVEA (AX4, AX6)
...

Literatura

Manual de funções básicas; Aceleração (B2)

14.7.2 Influência da aceleração em eixos escravos (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA)

Função

Em acoplamentos de eixos (Acompanhamento tangencial, movimento acoplado, acoplamento de valor mestre, caixa de transmissão eletrônica; → veja o Manual de programação Avançada) os eixos/fusos escravos são deslocados em função de um ou mais eixos/fusos mestres.

A limitação de dinâmica dos eixos/fusos escravos podem ser controlados com as funções VELOLIMA, ACCLIMA e JERKLIMA a partir do programa de peça ou a partir de ações sincronizadas, mesmo com um acoplamento de eixo já ativo.

Indicação

A função JERLIMA não está disponível para todos tipos de acoplamento.

Literatura:

- Manual de funções especiais; Acoplamentos de eixos (M3)
- Manual de funções ampliadas; Fuso sincronizado (S3)

Indicação

Disponibilidade no SINUMERIK 828D

As funções VELOLIMA, ACCLIMA e JERKLIMA somente podem ser utilizadas no SINUMERIK 828D junto com a função "Movimento acoplado"!

Sintaxe

```
VELOLIMA(<eixo>)=<valor>
ACCLIMA(<eixo>)=<valor>
JERKLIMA(<eixo>)=<valor>
```

Significado

`VELOLIMA`:	Comando para correção da **velocidade** máxima parametrizada
`ACCLIMA`:	Comando para correção da **aceleração** máxima parametrizada
`JERKLIMA`:	Comando para correção do **solavanco** máximo parametrizado
`<eixo>`:	Eixo escravo, cujas limitações de dinâmica devem ser corrigidas
`<valor>`:	Valor de correção percentual

Exemplos

Exemplo 1: Correção das limitações de dinâmica para um eixo escravo (AX4)

Código de programa	Comentário
...	
VELOLIMA[AX4]=75	; Correção de limitação para 75% da velocidade máxima por eixo armazenada em dado de máquina.
ACCLIMA[AX4]=50	; Correção de limitação para 50% da aceleração máxima por eixo armazenada em dado de máquina.
JERKLIMA[AX4]=50	; Correção de limitação para 50% do solavanco máximo por eixo armazenada em dado de máquina para movimento de percurso.
...	

Exemplo 2: Caixa de transmissão eletrônica

O eixo 4 é acoplado ao eixo X através de um acoplamento da "caixa de transmissão eletrônica". O valor de aceleração do eixo escravo é limitado em 70 % da aceleração máxima. A velocidade máxima permitida é limitada em 50 % da velocidade máxima. Após a comutação de acoplamento ser executada a velocidade máxima é retornada novamente em 100 %.

Código de programa	Comentário
...	
N120 ACCLIMA[AX4]=70	; Aceleração máxima reduzida.
N130 VELOLIMA[AX4]=50	; Velocidade máxima reduzida.
...	
N150 EGON(AX4,"FINE",X,1,2)	; Ativação do acoplamento de caixa de transmissão eletrônica.
...	
N200 VELOLIMA[AX4]=100	; Velocidade máxima cheia.
...	

Exemplo 3: Controle do acoplamento de valor mestre por ação síncrona estática

O eixo 4 é acoplado ao X através do acoplamento de valor mestre. O comportamento de aceleração é limitado em 80 % por ação síncrona estática 2 a partir da posição 100.

Código de programa	Comentário
...	
N120 IDS=2 WHENEVER $AA_IM[AX4] > 100 DO ACCLIMA[AX4]=80	; Ação sincronizada
N130 LEADON(AX4, X, 2)	; Acoplamento de valor mestre ativado
...	

14.7.3 Ativação de valores de dinâmica específicos de tecnologia (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH)

Função

Através do grupo G "Tecnologia" podem ser ativados 5 passos diferentes de usinagem tecnológicos para a dinâmica adequada.

Os valores de dinâmica e os códigos G são configuráveis, e por isso dependem dos ajustes dos dados de máquina (→ Fabricante da máquina!).

Literatura:
Manual de funções básicas; Modo de controle da trajetória, Parada exata, LookAhead (B1)

Sintaxe

Ativação de valores de dinâmica:

```
DYNNORM
DYNPOS
DYNROUGH
DYNSEMIFIN
DYNFINISH
```

Indicação

Os valores de dinâmica são ativados no bloco em que o respectivo comando G for programado. Não se executa nenhuma parada na usinagem.

Leitura ou gravação de um determinado elemento de campo:

```
R<m>=$MA...[n,X]
$MA...[n,X]=<valor>
```

Significado

`DYNNORM`:	Comando G para ativaçao da **dinâmica normal**
`DYNPOS`:	Comando G para ativação da dinâmica para **modo de posicionamento**, **rosqueamento com macho**
`DYNROUGH`:	Comando G para ativação da dinâmica para **desbaste**
`DYNSEMIFIN`:	Comando G para ativação da dinâmica para **acabamento**
`DYNFINISH`:	Comando G para ativação da dinâmica para **acabamento fino**
`R<m>`:	Parâmetro de cálculo com número `<m>`
`$MA...[n,X]`:	Dado de máquina com elemento de campo determinante da dinâmica

`<n>`: Índice de campo

Faixa de valores: 0 ... 4

0 Dinâmica normal (`DYNNORM`)

1 Dinâmica para modo de posicionamento (`DYNPOS`)

2 Dinâmica para desbaste (`DYNROUGH`)

3 Dinâmica para acabamento (`DYNSEMIFIN`)

4 Dinâmica para acabamento fino (`DYNFINISH`)

`<X>` : Endereço de eixo

`<valor>`: Valor de dinâmica

Exemplos

Exemplo 1: Ativação de valores de dinâmica

Código de programa	Comentário
DYNNORM G1 X10	; Posição inicial
DYNPOS G1 X10 Y20 Z30 F…	; Modo de posicionamento, rosqueamento
DYNROUGH G1 X10 Y20 Z30 F10000	; Desbaste
DYNSEMIFIN G1 X10 Y20 Z30 F2000	; Acabamento
DYNFINISH G1 X10 Y20 Z30 F1000	; Acabamento fino

Exemplo 2: Leitura ou gravação de um determinado elemento de campo

Aceleração máxima para desbaste, eixo X.

Código de programa	Comentário
R1=$MA_MAX_AX_ACCEL[2, X]	; Leitura
$MA_MAX_AX_ACCEL[2, X]=5	; Gravação

14.8 Deslocamento com controle antecipado (FFWON, FFWOF)

Função

Através do controle feedforward o erro de seguimento dependente da velocidade é reduzido até um valor próximo de zero. O deslocamento com controle feedforward, permite uma maior precisão de trajetória e consequentemente melhores resultados de acabamento.

Sintaxe

```
FFWON
FFWOF
```

Significado

`FFWON`:	Comando para **ativar** o controle feedforward
`FFWOF`:	Comando para **desativar** o controle feedforward

Indicação

Através dos dados de máquina define-se o tipo de controle feedforward e quais eixos de percurso devem ser movimentados com este controle.

Padrão: Controle feedforward em função da velocidade

Opcional: Controle feedforward em função da aceleração

Exemplo

Código de programa
`N10 FFWON`
`N20 G1 X… Y… F900 SOFT`

14.9 Precisão de contorno (CPRECON, CPRECOF)

Função

Durante a usinagem sem controle feedforward (FFWON) podem ser produzidos erros de contorno em contornos curvados em função das diferenças entre a posição nominal e real (em função da velocidade).

A função de precisão de contorno programada CPRCEON permite a definição de um erro de contorno máximo no programa NC que não poderá ser excedido. O valor do erro de contorno é especificado no dado de máquina $SC_CONTPREC.

Com a função Look Ahead se pode percorrer a trajetória inteira com a precisão de contorno programada.

Sintaxe

```
CPRECON
CPRECOF
```

Significado

CPRECON:	Ativação da precisão de contorno programável
CPRECOF:	Desativação da precisão de contorno programável

Indicação

Através do dado de ajuste $SC_MINFEED se pode definir uma velocidade mínima admissível e, este mesmo valor pode ser buscado diretamente do programa de peça através da variável de sistema $SC_CONTPREC.

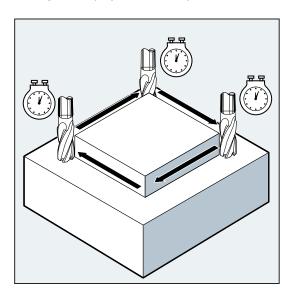
O comando numérico processa o cálculo da velocidade máxima de percurso a partir do valor do erro de contorno $SC_CONTPREC e do fator KV (relação da velocidade com o erro de seguimento) dos eixos geométricos afetados, onde o erro de contorno resultante do seguimento não excede o valor mínimo admissível definido no dado de ajuste.

Exemplo

Código de programa	Comentário
N10 X0 Y0 G0	
N20 CPRECON	; Ativação da precisão de contorno
N30 F10000 G1 G64 X100	; Usinagem com 10 m/min em modo de controle da trajetória
N40 G3 Y20 J10	; Limite automático de avanço no bloco circular
N50 X0	; Avanço sem limite de 10 m/min

14.10 Tempo de espera (G4)

Função

Com o `G4` pode ser programado um "tempo de espera" entre dois blocos NC, onde a usinagem da peça é interrompida.

Indicação

O `G4` interrompe o modo de controle da trajetória.

Aplicação

Por exemplo, para retirada da ferramenta.

Sintaxe

```
G4 F…/S<n>=...
```

Indicação

O `G4` deve ser programado em um bloco NC próprio.

Significado

`G4`:	Ativação de tempo de espera
`F…`:	Sob o endereço `F` o tempo de espera é programado em segundos.
`S<n>=…`:	Sob o endereço `S` o tempo de espera é programado em rotações de fuso.
	`<n>`: A ampliação numérica indica o número do fuso, ao qual o tempo de espera deve estar relacionado. Sem a ampliação numérica (`S...`) o tempo de espera estará relacionado ao fuso mestre.

Indicação

Somente no bloco `G4` que os endereços `F` e `S` são utilizados para indicação de tempo. O avanço `F...` programado antes do bloco `G4` e a rotação de fuso `S...` são mantidos.

Exemplo

Código de programa	Comentário
N10 G1 F200 Z-5 S300 M3	; Avanço F, rotação do fuso S
N20 G4 F3	; Tempo de espera: 3s
N30 X40 Y10	
N40 G4 S30	; Retardo de 30 rotações do fuso (corresponde a S = 300 rpm e 100% de correção de rotação: t = 0,1 min).
N50 X...	; O avanço e a rotação de fuso programados no N10 continuam atuando.

14.11 Parada interna de pré-processamento

Função

Ao acessar dados de estado da máquina ($A…) o comando numérico gera uma parada interna do pré-processamento. O bloco seguinte somente será executado se todos blocos anteriormente pré-processados e armazenados foram totalmente executados. O bloco anterior é parado na parada exata (como o `G9`).

Exemplo

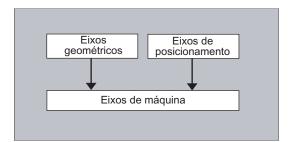
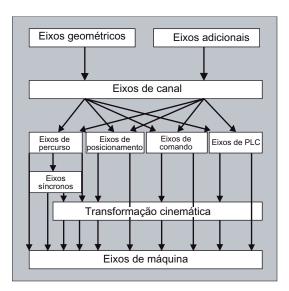
Código de programa	Comentário
...	
N40 POSA[X]=100	
N50 IF $AA_IM[X]==R100 GOTOF MARCADOR1	; Acesso aos dados de estado da máquina ($A…), o comando numérico gera a parada de pré-processamento interna.
N60 G0 Y100	
N70 WAITP(X)	
N80 MARCADOR1:	
...	

Outras informações 15

15.1 Eixos

Tipos de eixos

Na programação é feita a diferenciação entre os seguintes eixos:

- Eixos de máquina
- Eixos de canal
- Eixos geométricos
- Eixos adicionais
- Eixos de percurso
- Eixos sincronizados
- Eixos de posicionamento
- Eixos de comando (ações sincronizadas de movimento)
- Eixos de PLC
- Eixos lincados
- Eixos lincados guia

Comportamento de tipos de eixo programados

Se programam os eixos geométricos, eixos sincronizados e eixos de posicionamento.

- Os eixos de percurso são deslocados com avanço F de acordo com os comandos de deslocamento programados.
- Os eixos sincronizados são movimentados sincronizadamente com os eixos de percurso e gastam o mesmo tempo para a trajetória como todos os eixos de percurso.
- Os eixos de posicionamento são movimentados de forma assíncrona com todos os demais eixos. Estes movimentos de deslocamento são realizados de forma totalmente independente dos movimentos de percurso e dos movimentos sincronizados.
- Os eixos de comando são movimentados de forma assíncrona com todos demais eixos. Estes movimentos de deslocamento são realizados de forma totalmente independente dos movimentos de percurso e dos movimentos sincronizados.
- Os eixos PLC são controlado pelo PLC e podem ser movimentados de forma assíncrona com todos os demais eixos. Os movimentos de deslocamento são realizados de forma totalmente independente dos movimentos de percurso e dos movimentos sincronizados.

15.1.1 Eixos principais / eixos geométricos

Os eixos principais formam um sistema de coordenadas cartesiano e com sentido de giro à direita (horário). Neste sistema de coordenadas são programados os movimentos da ferramenta.

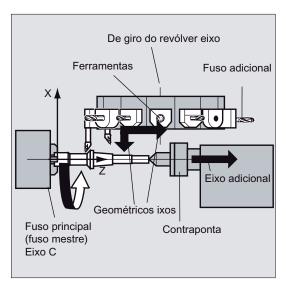
Na técnica de comando numérico (NC) os eixos principais são denominados como eixos geométricos. Este também é o termo utilizado neste Manual de Programação.

Eixos geométricos comutáveis

Com a função "Eixos geométricos comutáveis" (veja o Manual de programação Avançada) pode ser alterado o agrupamento de eixos geométricos configurados através de dado de máquina a partir do programa de peça. Aqui um eixo de canal pode ser definido como eixo adicional e sincronizado como um eixo geométrico qualquer.

Identificador de eixo

Para tornos se aplica:

Eixos geométricos X e Z, eventualmente Y

Para fresas se aplica:

Eixos geométricos X, Y e Z.

Outras informações

No máximo se pode utilizar três eixos geométricos para a programação dos Frames e para a geometria da peça (contorno).

Os identificadores de eixos geométricos e de eixos de canal podem ser iguais se for possível ilustrá-los.

Os nomes de eixos geométricos e eixos de canal podem ser os mesmos em cada canal, de modo que os mesmos programas podem ser processados.

15.1.2 Eixos adicionais

Ao contrário dos eixos geométricos, os eixos adicionais não têm nenhuma relação com outros eixos.

Os eixos adicionais típicos são:

- Eixos de revólver de ferramentas
- Eixos de mesa giratória
- Eixos de cabeçotes orientáveis
- Eixos de carregadores

Identificador de eixo

Em um torno com magazine tipo revólver, p. ex.:

- Posição de revólver U
- Contraponta V

Exemplo de programação

Código de programa	Comentário
N10 G1 X100 Y20 Z30 A40 F300	; Movimentos de eixos de percurso.
N20 POS[U]=10POS[X]=20 FA[U]=200 FA[X]=350	; Movimentos de eixo de posicionamento.
N30 G1 X500 Y80 POS[U]=150FA[U]=300 F550	; Eixo de percurso e eixo de posicionamento.
N40 G74 X1=0 Z1=0	; Aproximação do ponto de referência.

15.1.3 Fuso principal, fuso mestre

A cinemática da máquina determina qual dos fusos é o fuso principal. Este fuso normalmente é declarado como fuso mestre através de dado de máquina.

Esta associação pode ser alterada através do comando de programa `SETMS(<número de fuso>)`. Com `SETMS` sem indicação do número de fuso se pode retornar ao fuso mestre definido em dado de máquina.

Para o fuso mestre são aplicadas funções especiais, como p. ex. o rosqueamento.

Identificador de fuso

S ou S0

15.1.4 Eixos de máquina

Os eixos de máquina são os eixos fisicamente presentes na máquina.

Os movimentos dos eixos ainda podem ser associados aos eixos de máquina através das transformações (TRANSMIT, TRACYL ou TRAORI). Se foram previstas transformações para a máquina, então durante a colocação em funcionamento (**fabricante da máquina!**) devem ser definidos diferentes nomes de eixo.

Os nomes de eixo de máquina somente são programados em casos especiais (p. ex. na aproximação do ponto de referência ou do ponto fixo).

Identificador de eixo

Os identificadores de eixos podem ser ajustados através de dado de máquina.

Denominação na configuração padrão:

X1, Y1, Z1, A1, B1, C1, U1, V1

Além disso existem identificadores fixos de eixo que sempre podem ser utilizados:

AX1, AX2, …, AX<n>

15.1.5 Eixos de canal

Os eixos de canal são todos os eixos que se deslocam em um canal.

Identificador de eixo

X, Y, Z, A, B, C, U, V

15.1.6 Eixos de percurso

Os eixos de percurso descrevem a trajetória e com isso o movimento da ferramenta no espaço.

O avanço programado atua ao longo desta trajetória. Os eixos envolvidos nesta trajetória alcançam simultaneamente sua posição. Normalmente se trata dos eixos geométricos.

Através de pré-definições se define quais eixos serão eixos de percurso, os eixos que determinam a velocidade.

No programa NC os eixos de percurso podem ser especificados com `FGROUP`.

Para mais informações sobre o `FGROUP`, veja "Avanço (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Página 109)".

15.1.7 Eixos de posicionamento

Os eixos de posicionamento são interpolados separadamente, ou seja, cada eixo de posicionamento possui seu próprio interpolador de eixo e seu próprio avanço. Os eixos de posicionamento não se interpolam com os eixos de percurso.

Os eixos de posicionamento são movimentados a partir do programa NC ou a partir do PLC. No caso de um eixo se mover simultaneamente pelo programa NC e pelo PLC, aparecerá uma mensagem de erro.

Os eixos de posicionamento típicos são:

- Carregador para transporte de carga de peças
- Carregador para transporte de descarga de peças
- Magazine de ferramentas / revólver

Tipos

Se diferencia entre eixos de posicionamento com sincronização no fim do bloco ou ao longo de vários blocos.

Eixos POS

A mudança de blocos é realizada no fim do bloco, quando todos eixos de percurso e de posicionamento programados neste bloco alcançarem seu ponto final programado.

Eixos POSA

Os movimentos destes eixos de posicionamento podem estender-se ao longo de vários blocos.

Eixos POSP

O movimento destes eixos de posicionamento para aproximação da posição final é realizado em segmentos.

Indicação

Os eixos de posicionamento são tratados como eixos sincronizados quando eles são deslocados sem a instrução POS/POSA.

Um modo de controle da trajetória (G64) para eixos de percurso somente será possível quando os eixos de posicionamento (POS) alcançarem sua posição final antes dos eixos de percurso.

Os eixos de percurso programados com `POS`/`POSA` são eliminados do grupo de eixos de percurso para este bloco.

Para mais informações sobre o `POS`, `POSA` e o `POSP`, veja "Deslocar eixos de posicionamento (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Página 118)".

15.1.8 Eixos síncronos

Os eixos sincronizados deslocam-se sincronizadamente pela trajetória, da posição inicial até a posição final programada.

O avanço programado sob `F` é aplicado em todos os eixos de percurso programados no bloco, mas não nos eixos síncronos. Os eixos sincronizados requerem o mesmo tempo que os eixos de percurso para realizar seu percurso.

Por exemplo, um eixo sincronizado pode ser um eixo rotativo que é deslocado sincronizadamente para interpolação de percurso.

15.1.9 Eixos de comando

Os eixos de comando são iniciados a partir de ações sincronizadas devido a um evento (comando). Eles podem ser posicionados, iniciados e parados de forma assíncrona ao programa de peça. Um eixo não pode ser movimentado simultaneamente a partir do programa de peça e por ações síncronas.

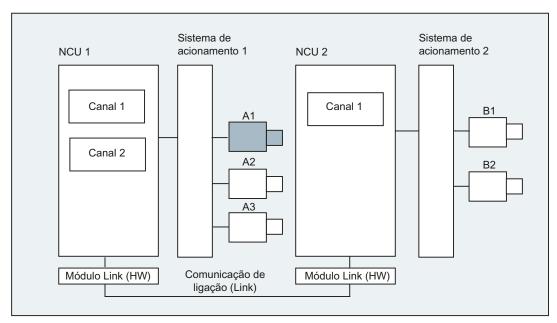
Os eixos de comando são interpolados separadamente, ou seja, cada eixo de comando possui seu próprio interpolador de eixo e seu próprio avanço.

Literatura:
Manual de funções para ações síncronas

15.1.10 Eixos de PLC

Os eixos de PLC são deslocados no programa básico através de módulos de função especiais do PLC e podem se deslocar de forma assíncrona aos demais eixos. Os movimentos de deslocamento são realizados de forma totalmente independente dos movimentos de percurso e dos movimentos síncronos.

15.1.11 Eixos lincados

Os eixos lincados são eixos que estão conectados fisicamente à outra NCU que realiza o controle de posição. Os eixos lincados podem ser atribuídos à canais dinâmicos de uma **outra** NCU. Do ponto de vista de uma determinada NCU, os eixos lincados não são eixos locais.

A alteração dinâmica da atribuição a uma NCU é realizada pelo conceito de **eixo contentor**. A troca de eixos com `GET` e `RELEASE` a partir do programa de peça **não** está disponível para eixos lincados.

Outras informações

Pré-requisitos

- As NCUs envolvidas, NCU1 e NCU2, devem estar acopladas através do módulo de lincagem com comunicação de ligação (Link) rápida.
  Literatura:
  Manual de equipamento - Configuração de NCU
- O eixo deve ser configurado através de dados de máquina.
- O opcional "Eixo lincado" deve estar disponível.

Descrição

O controle de posição é realizado na NCU onde o eixo estiver fisicamente ligado com o acionamento. Ali também se encontra a interface de eixos VDI correspondente. Os valores de posição nominal para os eixos lincados em uma outra NCU são gerados e comunicados através do link da NCU.

A comunicação de ligação (Link) deve realizar a interação dos interpoladores com o controlador de posição e a interface do PLC. Os valores nominais calculados pelos interpoladores devem ser transportados no circuito de controle de posição até a NCU de origem, e os valores reais devem ser retornados.

Literatura:
Mais detalhes sobre eixos lincados estão disponíveis no(a):
Manual de funções ampliadas; Vários painéis de comando e NCUs (B3)

Contentor de eixo

Um contentor de eixos consistem em uma estrutura de buffer de dados circular onde ser realiza a associação de eixos locais e/ou eixos lincados aos canais. Os dados introduzidos no buffer circular podem ser **deslocados ciclicamente**.

Em paralelo à referência direta para eixos locais ou eixos lincados, a configuração de eixos lincados na imagem lógica de eixos de máquina também pode ser referenciada aos contentores de eixo. Uma referência deste tipo consiste de:

- Número de contentor **e**
- Slot (local do buffer circular dentro do respectivo contentor)

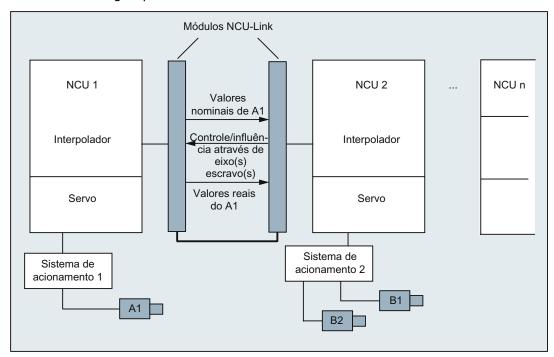
Como entrada em um local de buffer circular temos:

- um eixo local **ou**
- um eixo lincado

Do ponto de vista de uma NCU apenas, as entradas de contentor de eixos contém eixos locais de máquina ou eixos lincados. As entradas na imagem lógica de eixos de máquina (MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB) são fixas para o caso de apenas uma NCU.

Literatura:
A função do contentor de eixo está descrita no(a):
Manual de funções ampliadas; Vários painéis de comando e NCUs (B3)

15.1.12 Eixos lincados guia

Um eixo lincado guia é um eixo interpolado por uma NCU e utilizado em outra ou outras NCUs como eixo guia para controlar os eixos escravos.

Um alarme de controlador de posição por eixos é distribuído à todas demais NCUs que tiverem uma relação com o eixo afetado através de um eixo lincado guia.

As NCUs dependentes do eixo lincado guia podem utilizar os seguintes acoplamentos ao eixo lincado guia:

- Valor mestre (valor nominal, valor real, valor mestre simulado)
- Movimento acoplado
- Acompanhamento tangencial
- Caixa de transmissão eletrônica (ELG)
- Fuso sincronizado

Programação

NCU guia:

Apenas a NCU atribuída fisicamente ao eixo de valor mestre pode programar movimentos de deslocamento para este eixo. Entretanto, a programação não requer mais nenhuma particularidade.

NCUs de eixos escravos:

A programação na NCU dos eixos escravos não pode conter nenhum comando de deslocamento para o eixo lincado guia (o eixo com valor mestre). As violações desta regra resultam em um alarme.

O eixo lincado guia é ativado da forma costumeira através de identificador de eixo de canal. Os estados do eixo lincado guia podem ser acessados através de variáveis de sistema selecionadas.

Outras informações

Pré-requisitos

- As NCUs envolvidas, NCU1 até NCU<n> (<n> máx. 8), devem estar acopladas através do módulo de lincagem com comunicação de ligação (Link) rápida.
  Literatura:
  Manual de configuração da NCU
- O eixo deve ser configurado através de dados de máquina.
- O opcional "Eixo lincado" deve estar disponível.
- Para todas NCUs envolvidas deve estar configurado o mesmo ciclo de interpolação.

Restrições

- Um eixo guia como eixo guia lincado não pode ser um eixo lincado, isto é, ser deslocado por outras NCUs como sua NCU de origem.
- Um eixo guia como eixo lincado guia não pode ser um eixo contentor, isto é, ser ativado alternativamente por diferentes NCUs.
- Um eixo lincado guia não pode ser um eixo de guia programado de um grupo Gantry.
- Acoplamentos com eixos lincados guias não podem conectar em série em vários níveis (em cascata).
- A troca somente é possível dentro da NCU de origem do eixo lincado guia.

Variáveis de sistema

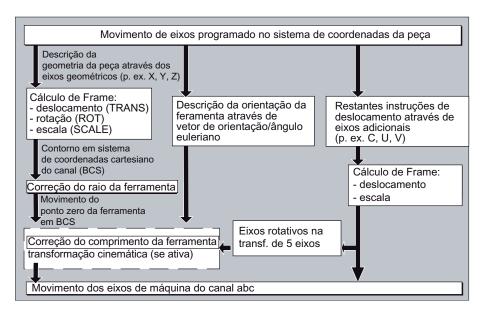
As seguintes variáveis de sistema podem ser utilizadas com o identificador de eixo de canal do eixo lincado guia:

Variável de sistema	Significado
$AA_LEAD_SP	Valor mestre simulado - Posição
$AA_LEAD_SV	Valor mestre simulado - Velocidade

Se estas variáveis de sistema são atualizadas através da NCU do eixo guia, então os novos valores também são transmitidos para as NCUs que querem deslocar eixos escravos dependentes deste eixo guia.

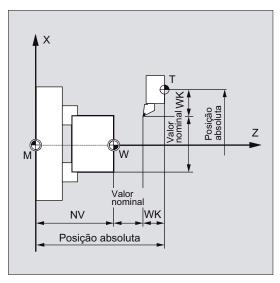
Literatura:
Manual de funções ampliadas; Vários painéis de comando e NCUs (B3)

15.2 Do comando de deslocamento até o movimento da máquina

A relação entre os movimentos de eixo programados (comandos de deslocamento) e os movimentos de máquina resultantes deve ser explanado pela seguinte figura:

15.3 Cálculo do percurso

O cálculo do percurso determina o percurso a ser deslocado em um bloco, sob consideração de todos deslocamentos e correções.

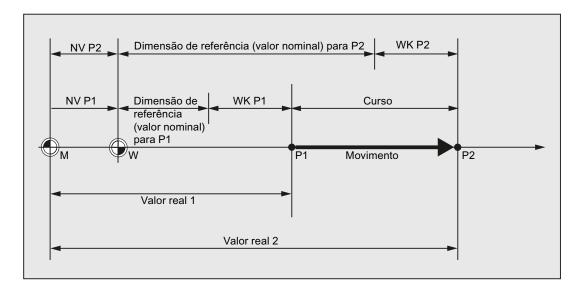
No geral aplica-se o seguinte:

Percurso = valor nominal - valor real + deslocamento de ponto zero (NV) + correção de ferramenta (WK)

Se em um novo bloco de programação for programado um novo deslocamento de ponto zero e uma nova correção de ferramenta, então aplica-se:

- Para dimensões absolutas:

  Percurso = (dimensão de referência P2 - dimensão de referência P1) + (NV P2 - NV P1) + (WK P2 - WK P1).

- Para dimensões incrementais:

  Percurso = dimensão incremental + (NV P2 - NV P1) + (WK P2 - WK P1).

15.4 Endereços

Endereços fixos e ajustáveis

Os endereços são divididos em dois grupos:

- Endereços fixos

  Estes endereços são ajustados de modo fixo, ou seja, os caracteres de endereço não podem ser alterados.
- Endereços ajustáveis

  Estes endereços podem ser atribuídos com outro nome pelo fabricante da máquina mediante dados de máquina.

Na tabela a seguir estão listados alguns dos endereços importantes. A última coluna informa quando se trata de um endereço fixo ou de um endereço ajustável.

Endereço	Significado (ajuste padrão)	Nome
A=DC(...) A=ACP(...) A=ACN(...)	Eixo rotativo	ajustável
ADIS	Distância de suavização para funções de trajetória	fixo
B=DC(...) B=ACP(...) B=ACN(...)	Eixo rotativo	ajustável
C=DC(...) C=ACP(...) C=ACN(...)	Eixo rotativo	ajustável
CHR=...	Chanfrar cantos de contorno	fixo
D...	Número de corte	fixo
F...	Avanço	fixo
FA[eixo]=... e FA[fuso]=... e [SPI(fuso)]=...	Avanço por eixo (apenas se um nº de fuso for especificado por variáveis)	fixo
G...	Condição de curso	fixo
H... H=QU(...)	Função auxiliar Função auxiliar sem parada de leitura	fixo
I...	Parâmetro de interpolação	ajustável
J...	Parâmetro de interpolação	ajustável
K...	Parâmetro de interpolação	ajustável
L...	Chamada de subrotina	fixo
M... M=QU	Função adicional Função adicional sem parada de leitura	fixo
N...	Bloco secundário	fixo
OVR	Override (correção) de trajetória	fixo
P...	Número de execuções do programa	fixo
POS[eixo]=...	Eixo de posicionamento	fixo
POSA[eixo]=...	Eixo de posicionamento além do limite do bloco	fixo

SPOS=... SPOS[n]=...	Posição do fuso	fixo
SPOSA=... SPOSA[n	Posição do fuso além do limite do bloco	fixo
Q...	Eixo	ajustável
R0=... até Rn=... R...	- Parâmetros de cálculo, o n se pode ajustar através de dado de máquina (padrão 0 - 99) - Eixo	fixo ajustável
RND	Arredondar canto de contorno	fixo
RNDM	Arredondar canto de contorno (modal)	fixo
S...	Rotação do fuso	fixo
T...	Número de ferramenta	fixo
U...	Eixo	ajustável
V...	Eixo	ajustável
W...	Eixo	ajustável
X... X=AC(...) X=IC	Eixo " absoluto " incremental	ajustável
Y... Y=AC(...) Y=IC	Eixo	ajustável
Z... Z=AC(...) Z=IC	Eixo	ajustável
AR+=...	Ângulo de abertura	ajustável
AP=...	Ângulo polar	ajustável
CR=...	Raio do círculo	ajustável
RP=...	Raio polar	ajustável

Indicação

Endereços ajustáveis

Os endereços ajustáveis devem ser únicos no comando numérico, ou seja, o mesmo nome de endereço não pode ser usado para diferentes tipos de endereço.

Como tipos de endereço se diferencia:

- Valores de eixo e pontos finais
- Parâmetro de interpolação
- Avanços
- Critérios de suavização
- Medição
- Comportamento de eixos e de fusos

Endereços ativos modalmente / por blocos

Os endereços ativos modalmente permanecem ativos com seu valor programado em todos os blocos seguintes, a não ser que para o mesmo endereço seja programado um novo valor.

Os endereços ativos por blocos somente são aplicados no bloco em que estão programados.

Exemplo:

Código de programa	Comentário
N10 G01 F500 X10	;
N20 X10	; O avanço F do N10 permanece ativo até ser especificado um novo.

Endereços com extensão de eixo

Nos endereços com extensão de eixo temos um nome de eixo entre colchetes logo após o endereço, o qual define a atribuição dos eixos.

Exemplo:

Código de programa	Comentário
FA[U]=400	; Avanço específico de eixo para o eixo U.

Endereços fixos com extensão de eixo:

Endereço	Significado (ajuste padrão)
AX	Valor de eixo (programação variável de eixo)
ACC	Aceleração por eixo
FA	Avanço por eixo
FDA	Avanço por eixo para sobreposição de manivela eletrônica
FL	Limite de avanço por eixo
IP	Parâmetro de interpolação (programação variável de eixo)
OVRA	Override (correção) por eixo
PO	Coeficiente de polinômio
POS	Eixo de posicionamento
POSA	Eixo de posicionamento além dos limites do bloco

Escrita ampliada de endereços

A escrita ampliada de endereços oferece a possibilidade de incorporar uma maior quantidade de eixos e fusos em uma sistemática.

Um endereço ampliado é composto por uma extensão numérica e uma expressão aritmética atribuída com o caractere "=". Esta extensão numérica é de um ou dois dígitos e sempre positiva.

A escrita ampliada de endereços somente é permitida para os seguintes endereços simples:

Endereço	Significado
X, Y, Z, …	Endereços de eixos
I, J, K	Parâmetro de interpolação
S	Rotação do fuso
SPOS, SPOSA	Posição do fuso
M	Funções adicionais
H	Funções auxiliares
T	Número de ferramenta
F	Avanço

Exemplos:

Código de programa	**Comentário**
`X7`	`; Nenhum "=" necessário; 7 é o valor; mas o caractere "=" também é permitido`
`X4=20`	`; Eixo X4; "=" é necessário`
`CR=7.3`	`; 2 letras ; "=" é necessário`
`S1=470`	`; Rotação para 1° fuso: 470 rpm`
`M3=5`	`; Parada de fuso para 3° fuso`

Nos endereços M, H, S assim como no SPOS e SPOSA a extensão numérica pode ser substituída por uma variável. Neste caso o identificador de variável está entre colchetes.

Exemplos:

Código de programa	**Comentário**
`S[SPINU]=470`	`; Rotação para o fuso, cujo número está armazenado na variável SPINU.`
`M[SPINU]=3`	`; Sentido de giro do fuso para direita, cujo número está armazenado na variável SPINU.`
`T[SPINU]=7`	`; Pré-seleção da ferramenta para o fuso, cujo número está armazenado na variável SPINU.`

15.5 Identificador

Os comandos conforme DIN 66025 são complementados, entre outros, com estes identificadores através da linguagem avançada de NC.

Os identificadores estão disponíveis para:

- Variáveis de sistema
- Variáveis definidas pelo usuário
- Subrotinas
- Palavras-chave
- Marcadores de salto
- Macros

Indicação

Os identificadores devem ser únicos. O mesmo identificador não pode ser utilizado por diferentes objetos.

Regras para denominação

Para a atribuição de nomes de identificadores são aplicadas as seguintes regras:

- Número máximo de caracteres:
  - Para nomes de programas: 24
  - Identificador de eixo: 8
  - Identificador de variável: 31
- Os caracteres permitidos são:
  - Letras
  - Números
  - Sublinhados
- Os primeiros dois caracteres devem ser letras ou sublinhados.
- Entre os caracteres individuais não podem existir caracteres de separação.

Indicação

Palavras-chave reservadas não podem ser utilizadas como identificadores.

Combinações de caracteres reservadas

Para evitar confrontos de nomes, devem ser observadas as seguintes reservas durante a atribuição de identificadores de ciclos:

- Todos identificadores que iniciarem com "CYCLE" ou "_" estão reservados para ciclos da SIEMENS.
- Todos identificadores que iniciarem com "CCS" estão reservados para ciclos de compilação da SIEMENS.
- Os ciclos de compilação do usuário são iniciados com "CC".

Indicação

O usuário deve escolher identificadores que são iniciados com "U" (de User) ou que contiverem sublinhados, pois estes identificadores não são utilizados pelo sistema, ciclos de compilação e ciclos da SIEMENS.

As outras reservas são:

- O identificador "RL" está reservado para tornos convencionais.
- Identificadores que são iniciados com "E_ " estão reservados para programação EASY-STEP.

Identificadores de variáveis

Para variáveis, que são utilizadas pelo sistema, a primeira letra é substituída pelo caractere "$".

Exemplos:

Variável de sistema	Significado
$P_IFRAME	Frame ajustável ativo
$P_F	Avanço de trajetória programado

Indicação

Para variáveis definidas por usuário não se deve utilizar o caractere "$".

15.6 Constantes

Constantes inteiras (Integer)

Uma constante inteira é um valor de número inteiro com ou sem sinal precedente, p. ex. uma indicação de valor em um endereço.

Exemplos:

`X10.25`	Atribuição do valor +10.25 no endereço X
`X-10.25`	Atribuição do valor -10.25 no endereço X
`X0.25`	Atribuição do valor +0.25 no endereço X
`X.25`	Atribuição do valor +0.25 no endereço X, sem o "0" antes da primeira casa decimal
`X=-.1EX-3`	Atribuição do valor $-0.1*10^{-3}$ no endereço X
`X0`	Atribuição do valor 0 no endereço X (X0 não deve ser substituído por X)

Indicação

Se em um endereço com indicação de casas decimais forem escritas mais casas decimais do que o previsto para este endereço, então será realizado um arredondamento para o número previsto de casas decimais.

Constantes hexadecimais

Também podem ser utilizadas constantes interpretadas em formato hexadecimal. Aqui são aplicadas as letras "A" até "F" como números hexadecimais de 10 até 15.

As constantes hexadecimais são colocadas entre aspas e são iniciadas com a letra "H", seguida pelo valor escrito em formato hexadecimal. São permitidos caracteres separadores entre as letras e números.

Exemplo:

Código de programa	**Comentário**
`$MC_TOOL_MANAGEMENT_MASK='H3C7F'`	`; Atribuição de constantes hexadecimais em dado de máquina: MD18080 $MN_MM_TOOL_MANAGEMENT_MASK`

Indicação

O número máximo de caracteres é limitado pela faixa de valores do tipo de dado de número inteiro.

Constantes binárias

Também podem ser utilizadas constantes interpretadas em formato binário. Neste caso somente são utilizados os números "0" e "1".

As constantes binárias são colocadas entre aspas e são iniciadas com a letra "B", seguida pelo valor escrito em formato binário. São permitidos caracteres separadores entre os números.

Exemplo:

Código de programa	Comentário
`$MN_AUXFU_GROUP_SPEC='B10000001'`	; Através da atribuição de constantes binárias são definidos os Bits 0 e 7 no dado de máquina.

Indicação

O número máximo de caracteres é limitado pela faixa de valores do tipo de dado de número inteiro.

Tabelas 16

16.1 Lista de instruções

Legenda:

1) Referência para o documento que contém a descrição completa da instrução:

PGsl	Manual de Fundamentos de Programação
PGAsl	Manual de Programação Avançada
BHDsl	Manual de Operação para Torneamento
BHFsl	Manual de operação para Fresamento
FB1 ( )	Manual de funções básicas (com a abreviação alfanumérica da respectiva descrição de funcionamento entre parênteses)
FB2 ( )	Manual de funções ampliadas (com a abreviação alfanumérica da respectiva descrição de funcionamento entre parênteses)
FB3 ( )	Manual de funções especiais (com a abreviação alfanumérica da respectiva descrição de funcionamento entre parênteses)
FBSIsl	Manual de funções para Safety Integrated
FBSY	Manual de funções para ações síncronas
FBW	Manual de funções para gerenciamento de ferramentas

2) Efeito da instrução:

m modal

b por bloco

3) Disponibilidade no SINUMERIK 828D (D = torneamento, F = fresamento):

● Standard

○ Opção

\- Não disponível

4) Ajuste padrão no início do programa (versão de comando fornecida de fábrica, se não houver nada diferente programado).

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
:	Número de bloco principal NC, fechamento dos marcadores de salto, operador de concatenação	*PGAsl*		●	●	●	●
*	Operador para multiplicação	*PGAsl*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
+	Operador para adição	*PGAsl*		●	●	●	●
-	Operador para subtração	*PGAsl*		●	●	●	●
<	Operador de comparação, menor	*PGAsl*		●	●	●	●
<<	Operador de concate-nação para Strings	*PGAsl*		●	●	●	●
<=	Operador de compa-ração, menor igual	*PGAsl*		●	●	●	●
=	Operador de atribuição	*PGAsl*		●	●	●	●
>=	Operador de compa-ração, maior igual	*PGAsl*		●	●	●	●
/	Operador para divisão	*PGAsl*		●	●	●	●
/0 … … /7	O bloco será omitido (1º nível de omissão) O bloco será omitido (8º nível de omissão)	*PGsl* Omissão de blocos (Página 42)		● ○	● ○	● ○	● ○
A	Nome de eixo	*PGAsl*	m/b	●	●	●	●
A2	Orientação da ferramen-ta: Ângulo RPY ou ângulo euleriano	*PGAsl*	b	●	●	●	●
A3	Orientação da ferramen-ta: Componente de vetor normal de direção/de área	*PGAsl*	b	●	●	●	●
A4	Orientação da ferramen-ta: Vetor normal de área para o início do bloco	*PGAsl*	b	●	●	●	●
A5	Orientação da ferramen-ta: Vetor normal de área para o fim do bloco	*PGAsl*	b	●	●	●	●
ABS	Valor absoluto (quantia)	*PGAsl*		●	●	●	●
AC	Especificação de dimensão absoluta de coordenadas/posições	*PGsl* Especificação de dimensões absolutas (G90, AC) (Página 167)	b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
ACC	Controle da atual aceleração axial	*PGsl* Correção da aceleração programável (ACC) (opcional) (Página 138)	m	●	●	●	●
ACCLIMA	Controle da atual aceleração axial máxima	*PGsl* Influência da aceleração em eixos escravos (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA) (Página 415)	m	●	●	●	●
ACN	Especificação de dimensão absoluta para eixos rotativos, aproximação da posição no sentido negativo	*PGsl* Indicação de dimensões absolutas para eixos rotativos (DC, ACP, ACN) (Página 175)	b	●	●	●	●
ACOS	Arco coseno (função trigonométrica)	*PGAsl*		●	●	●	●
ACP	Especificação de dimensão absoluta para eixos rotativos, aproximação da posição no sentido positivo	*PGsl* Indicação de dimensões absolutas para eixos rotativos (DC, ACP, ACN) (Página 175)	b	●	●	●	●
ACTBLOCNO	Retorna o atual número de bloco de um bloco de alarme, mesmo se "ocultar atual exibição de blocos" (DISPLOF) estiver ativo!	*PGAsl*		●	●	●	●
ADDFRAME	Inclusão e eventual ativação de um Frame medido	*PGAsl, FB1(K2)*		●	●	●	●
ADIS	Distância de suavização para funções de trajetória G1, G2, G3, ...	*PGsl* Modo de controle da trajetória (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Página 331)	m	●	●	●	●
ADISPOS	Distância de suavização para avanço rápido G0	*PGsl* Modo de controle da trajetória (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Página 331)	m	●	●	●	●
ADISPOSA	Tamanho da janela de tolerância para IPOBRKA	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ALF	Ângulo de retração rápida	*PGAsl*	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
AMIRROR	Espelhamento programável	*PGs*/ Espelhamento programável (MIRROR, AMIRROR) (Página 370)	b	●	●	●	●
AND	"E" lógico	*PGAs*/		●	●	●	●
ANG	Ângulo de sucessão de elementos de contorno	*PGs*/ Sucessões de elementos de contorno: Uma reta (ANG) (Página 239)	b	●	●	●	●
AP	Ângulo polar	*PGs*/ Comandos de deslocamento com coordenadas polares (G0, G1, G2, G3, AP, RP) (Página 197)	m/b	●	●	●	●
APR	Proteção de acesso para leitura / exibição	*PGAs*/		●	●	●	●
APRB	Direito de acesso para leitura, BTSS	*PGAs*/		●	●	●	●
APRP	Direito de acesso para leitura, programa de peça	*PGAs*/		●	●	●	●
APW	Proteção de acesso para gravação	*PGAs*/		●	●	●	●
APWB	Direito de acesso para gravação, BTSS	*PGAs*/		●	●	●	●
APWP	Direito de acesso para gravação, programa de peça	*PGAs*/		●	●	●	●
APX	Definição da proteção de acesso para a execução do elemento de linguagem indicado	*PGAs*/		●	●	●	●
AR	Ângulo de abertura	*PGs*/ Interpolação circular com ângulo de abertura e centro (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR) (Página 218)	m/b	●	●	●	●
AROT	Rotação programável	*PGs*/ Rotação programável (ROT, AROT, RPL) (Página 354)	b	●	●	●	●
AROTS	Rotações de Frame programáveis com ângulos espaciais	*PGs*/ Rotações de Frame progra-máveis com ângulos espaciais (ROTS, AROTS, CROTS) (Página 365)	b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
AS	Definição de macro	*PGAsl*		●	●	●	●
ASCALE	Escala programável	*PGsl* Fator de escala programável (SCALE, ASCALE) (Página 366)	b	●	●	●	●
ASIN	Função de cálculo, arco seno	*PGAsl*		●	●	●	●
ASPLINE	Akima-Spline	*PGAsl*	m	-	○	-	○
ATAN2	Arco tangente 2	*PGAsl*		●	●	●	●
ATOL	Tolerância específica de eixo para funções de compressor, suavização de orientação e tipos de suavização	*PGAsl*		-	●	-	●
ATRANS	Deslocamento aditivo programável	*PGsl* Deslocamento de ponto zero (TRANS, ATRANS) (Página 347)	b	●	●	●	●
AX	Identificador de eixo variável	*PGAsl*	m/b	●	●	●	●
AXCTSWE	Avanço de eixos contentores	*PGAsl*		-	-	-	-
AXCTSWED	Rotação de contentor de eixo	*PGAsl*		-	-	-	-
AXIS	Identificador de eixo, endereço de eixo	*PGAsl*		●	●	●	●
AXNAME	Converte a String de entrada em identificador de eixo	*PGAsl*		●	●	●	●
AXSTRING	Converte a String em número de fuso	*PGAsl*		●	●	●	●
AXTOCHAN	Solicita o eixo para um determinado canal. É possível a partir do programa NC e da ação sincronizada.	*PGAsl*		●	●	●	●
AXTOSPI	Converte o identificador de eixo em um índice de fuso	*PGAsl*		●	●	●	●
B	Nome de eixo	*PGAsl*	m/b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
B2	Orientação da ferramenta: Ângulo RPY ou ângulo euleriano	*PGAsl*	b	●	●	●	●
B3	Orientação da ferramenta: Componente de vetor normal de direção/de área	*PGAsl*	b	●	●	●	●
B4	Orientação da ferramenta: Vetor normal de área para o início do bloco	*PGAsl*	b	●	●	●	●
B5	Orientação da ferramenta: Vetor normal de área para o fim do bloco	*PGAsl*	b	●	●	●	●
B_AND	"E" por Bits	*PGAsl*		●	●	●	●
B_OR	"OU" por Bits	*PGAsl*		●	●	●	●
B_NOT	Negação por Bits	*PGAsl*		●	●	●	●
B_XOR	"OU" exclusivo por Bits	*PGAsl*		●	●	●	●
BAUTO	Definição do primeiro segmento Spline através dos 3 pontos seguintes	*PGAsl*	m	-	○	-	○
BLOCK	Definição junto com a palavra-chave TO a parte de programa que deve ser executada em uma execução de subrotina indireta	*PGAsl*		●	●	●	●
BLSYNC	O processamento da rotina de interrupção apenas deve começar com a próxima mudança de blocos	*PGAsl*		●	●	●	●
BNAT [4]	Transição natural para o primeiro bloco de Spline	*PGAsl*	m	-	○	-	○
BOOL	Tipo de dado: Valores lógicos TRUE/FALSE ou 1/0	*PGAsl*		●	●	●	●
BOUND	Controla se o valor está dentro da faixa de valores definida. A igualdade retorna o valor de controle.	*PGAsl*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
BRISK 4)	Aceleração de trajetória brusca	*PGs*/ Modo de aceleração (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) (Página 412)	m	●	●	●	●
BRISKA	Ativação da aceleração de trajetória brusca para os eixos programados	*PGs*/ Modo de aceleração (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) (Página 412)		●	●	●	●
BSPLINE	B-Spline	*PGAs*/	m	-	○	-	○
BTAN	Transição tangencial para o primeiro bloco Spline	*PGAs*/	m	-	○	-	○
C	Nome de eixo	*PGAs*/	m/b	●	●	●	●
C2	Orientação da ferramenta: Ângulo RPY ou ângulo euleriano	*PGAs*/	b	●	●	●	●
C3	Orientação da ferramenta: Componente de vetor normal de direção/de área	*PGAs*/	b	●	●	●	●
C4	Orientação da ferramenta: Vetor normal de área para o início do bloco	*PGAs*/	b	●	●	●	●
C5	Orientação da ferramenta: Vetor normal de área para o fim do bloco	*PGAs*/	b	●	●	●	●
CAC	Aproximação absoluta de uma posição	*PGAs*/		●	●	●	●
CACN	O valor armazenado na tabela é aproximado de forma absoluta em sentido negativo	*PGAs*/		●	●	●	●
CACP	O valor armazenado na tabela é aproximado de forma absoluta em sentido positivo	*PGAs*/		●	●	●	●
CALCDAT	Calcula o raio e o centro de um círculo a partir de 3 ou 4 pontos	*PGAs*/		●	●	●	●
CALCPOSI	Verificação quanto à violação da área de proteção, limite da área de trabalho e limites de software	*PGAs*/		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
CALL	Chamada de subrotina indireta	*PGAsl*		●	●	●	●
CALLPATH	Caminho programável de localização para chamada de subrotinas	*PGAsl*		●	●	●	●
CANCEL	Cancelamento de ação síncrona modal	*PGAsl*		●	●	●	●
CASE	Bifurcação de programa condicionada	*PGAsl*		●	●	●	●
CDC	Aproximação direta de uma posição	*PGAsl*		●	●	●	●
CDOF 4)	Monitoração de colisão OFF	*PGsl* Monitoração de colisões (CDON, CDOF, CDOF2) (Página 312)	m	●	●	●	●
CDOF2	Monitoração de colisão OFF, para fresamento periférico 3D	*PGsl* Monitoração de colisões (CDON, CDOF, CDOF2) (Página 312)	m	●	●	●	●
CDON	Monitoração de colisão ON	*PGsl* Monitoração de colisões (CDON, CDOF, CDOF2) (Página 312)	m	●	●	●	●
CFC 4)	Avanço constante no contorno	*PGsl* Otimização de avanço em trechos de percurso curvados (CFTCP, CFC, CFIN) (Página 144)	m	●	●	●	●
CFIN	Avanço constante somente para curvaturas internas, não para curvaturas externas	*PGsl* Otimização de avanço em trechos de percurso curvados (CFTCP, CFC, CFIN) (Página 144)	m	●	●	●	●
CFINE	Atribuição do desloca-mento fino em uma variável FRAME	*PGAsl*		●	●	●	●
CFTCP	Avanço constante no ponto de referência de corte da ferramenta, trajetória do centro	*PGsl* Otimização de avanço em trechos de percurso curvados (CFTCP, CFC, CFIN) (Página 144)	m	●	●	●	●
CHAN	Especificação da área de validade de dados	*PGAsl*		●	●	●	●
CHANDATA	Ajuste do número de canal para acesso de dados no canal	*PGAsl*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
CHAR	Tipo de dado: Caracteres ASCII	*PGAsl*		●	●	●	●
CHECKSUM	Forma o checksum sobre um campo como STRING de comprimento definido	*PGAsl*		●	●	●	●
CHF	Chanfro; valor = comprimento do chanfro	*PGsl* Chanfro, arredondamento (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Página 271)	b	●	●	●	●
CHKDM	Controle da condição inequívoca dentro de um magazine	*FBW*		●	●	●	●
CHKDNO	Verificação de condição inequívoca de números D	*PGAsl*		●	●	●	●
CHR	Chanfro; valor = comprimento do chanfro no sentido de movimento	*PGsl* Chanfro, arredondamento (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Página 271)		●	●	●	●
CIC	Aproximação incremental de uma posição	*PGAsl*		●	●	●	●
CIP	Interpolação circular através do ponto intermediário	*PGsl* Interpolação circular com ponto intermediário e ponto final (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) (Página 222)	m	●	●	●	●
CLEARM	Resetamento de um ou vários marcadores para coordenação de canal	*PGAsl*		-	-	-	-
CLRINT	Cancelamento de Interrupt	*PGAsl*		●	●	●	●
CMIRROR	Espelhamento em um eixo de coordenadas	*PGAsl*		●	●	●	●
COARSEA	Fim de movimento ao alcançar a "Parada exata aproximada"	*PGAsl*	m	●	●	●	●
COMPCAD	Compressor ON: Qualidade superficial otimizada com programas CAD	*PGAsl*	m	-	○	-	○
COMPCURV	Compressor ON: polinômio com curvatura contínua	*PGAsl*	m	-	○	-	○
COMPLETE	Instrução do comando para a saída e entrada de dados	PGAsl		●	●	●	●
COMPOF [4]	Compressor OFF	*PGAsl*	m	-	○	-	○

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
COMPON	Compressor ON	*PGAsl*		-	○	-	○
CONTDCON	Decodificação de contorno em formato de tabela ON	*PGAsl*		●	●	●	●
CONTPRON	Ativação da preparação de referência	*PGAsl*		●	●	●	●
CORROF	Todos os movimentos sobrepostos ativos são cancelados.	*PGsl* Desativação de movimentos sobrepostos (DRFOF, CORROF) (Página 379)		●	●	●	●
COS	Coseno (função trigonométrica)	*PGAsl*		●	●	●	●
COUPDEF	Definição do grupo ELG / grupo de fusos síncronos	*PGAsl*		○	-	○	-
COUPDEL	Deletação do grupo ELG	*PGAsl*		○	-	○	-
COUPOF	Grupo ELG / Par de fusos sincronizados ON	*PGAsl*		○	-	○	-
COUPOFS	Desativação do grupo ELG / par de fusos síncronos com parada do fuso escravo	*PGAsl*		○	-	○	-
COUPON	Grupo ELG / Par de fusos sincronizados ON	*PGAsl*		○	-	○	-
COUPONC	Aceitação da ativação do grupo ELG / par de fusos síncronos com programação precedente	*PGAsl*		○	-	○	-
COUPRES	Resetamento do grupo ELG	*PGAsl*		○	-	○	-
CP	Movimento de percurso	*PGAsl*	m	●	●	●	●
CPRECOF [4]	Precisão de contorno programável OFF	*PGsl* Precisão de contorno (CPRECON, CPRECOF) (Página 420)	m	●	●	●	●
CPRECON	Precisão de contorno programável ON	*PGsl* Precisão de contorno (CPRECON, CPRECOF) (Página 420)	m	●	●	●	●
CPROT	Área de proteção específica de canal ON/OFF	*PGAsl*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
CPROTDEF	Definição de uma área de proteção específica de canal	*PGAs*/		●	●	●	●
CR	Raio do círculo	*PGs*/ Interpolação circular com raio e ponto final (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., CR) (Página 216)	b	●	●	●	●
CROT	Rotação do atual sistema de coordenadas	*PGAs*/		●	●	●	●
CROTS	Rotações de Frames programáveis com ângulos espaciais (rotações nos eixos especificados)	*PGs*/ Rotações de Frame programáveis com ângulos espaciais (ROTS, AROTS, CROTS) (Página 365)	b	●	●	●	●
CRPL	Rotação de Frame em um plano qualquer	*FB1(K2)*		●	●	●	●
CSCALE	Fator de escala para vários eixos	*PGAs*/		●	●	●	●
CSPLINE	Spline cúbica	*PGAs*/	m	-	○	-	○
CT	Círculo com transição tangencial	*PGs*/ Interpolação circular com transição tangencial (CT, X... Y... Z...) (Página 225)	m	●	●	●	●
CTAB	Posição de eixo escravo determinada com base na posição do eixo mestre a partir da tabela de curvas	*PGAs*/		-	-	-	-
CTABDEF	Definição de tabela ON	*PGAs*/		-	-	-	-
CTABDEL	Eliminação de tabela de curvas	*PGAs*/		-	-	-	-
CTABEND	Definição de tabela OFF	*PGAs*/		-	-	-	-
CTABEXISTS	Verifica a tabela de curva de número n	*PGAs*/		-	-	-	-
CTABFNO	Número de tabelas de curvas possíveis na memória	*PGAs*/		-	-	-	-
CTABFPOL	Número de polinômios possíveis na memória	*PGAs*/		-	-	-	-
CTABFSEG	Número de segmentos de curva possíveis na memória	*PGAs*/		-	-	-	-

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
CTABID	Fornece o número de tabela da tabela de curvas n	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABINV	Posição de eixo mestre determinada com base na posição do eixo escra-vo a partir da tabela de curvas	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABISLOCK	Retorna o estado de bloqueio da tabela de curvas de número n	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABLOCK	Eliminação e sobre-gravação, bloqueio	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABMEMTYP	Retorna a memória em que está armazenada a tabela de curva de número n.	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABMPOL	Número máximo de polinômios possíveis na memória	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABMSEG	Número máximo de segmentos de curva possíveis na memória	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABNO	Número de tabelas de curvas definidas na SRAM ou DRAM	*FB3(M3)*		-	-	-	-
CTABNOMEM	Número de tabelas de curvas definidas na SRAM ou DRAM	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABPERIOD	Retorna a periodicidade de tabela da tabela de curvas de número n	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABPOL	Número de polinômios efetivamente utilizados na memória	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABPOLID	Número de polinômios de curvas utilizados pela tabela de curva de número n	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABSEG	Número de segmentos de curva efetivamente utilizados na memória	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABSEGID	Número de segmentos de curva utilizados na tabela de curva de número n	*PGAsl*		-	-	-	-

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
CTABSEV	Fornece o valor final do eixo escravo de um segmento da tabela de curva	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABSSV	Fornece o valor inicial do eixo escravo de um segmento da tabela de curvas	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABTEP	Fornece o valor do eixo mestre no fim da tabela de curvas	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABTEV	Fornece o valor do eixo escravo no fim da tabela de curvas	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABTMAX	Fornece o valor máximo do eixo escravo da tabela de curvas	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABTMIN	Fornece o valor mínimo do eixo escravo da tabela de curvas	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABTSP	Fornece o valor do eixo mestre no início da tabela de curvas	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABTSV	Fornece o valor do eixo escravo no início da tabela de curvas	*PGAsl*		-	-	-	-
CTABUNLOCK	Cancelamento do bloqueio contra eliminação e sobregravação	*PGAsl*		-	-	-	-
CTOL	Tolerância de contorno para funções de compressor, suavização de orientação e tipos de suavização	*PGAsl*		-	○	-	○
CTRANS	Deslocamento de ponto zero para vários eixos	*PGAsl*		●	●	●	●
CUT2D [4)]	Corretores de ferramenta 2D	*PGsl* Correção de ferramenta 2D (CUT2D, CUT2DF) (Página 316)	m	●	●	●	●
CUT2DF	Corretores de ferramenta 2D. A correção de ferramenta atua de forma relativa ao atual Frame (plano inclinado).	*PGsl* Correção de ferramenta 2D (CUT2D, CUT2DF) (Página 316)	m	●	●	●	●
CUT3DC	Corretores de ferramenta 3D no fresamento periférico	*PGAsl*	m	-	-	-	-

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
CUT3DCC	Corretores de ferramenta 3D no fresamento periférico com superfícies de limitação	*PGAsl*	m	-	-	-	-
CUT3DCCD	Corretores de ferramenta 3D no fresamento periférico com superfícies de limitação com ferramenta diferencial	*PGAsl*	m	-	-	-	-
CUT3DF	Correções de ferramenta 3D no fresamento de topo	*PGAsl*	m	-	-	-	-
CUT3DFF	Correção de ferramenta 3D no fresamento de topo com orientação de ferramenta constante dependente do Frame ativo	*PGAsl*	m	-	-	-	-
CUT3DFS	Correção de ferramenta 3D no fresamento de topo com orientação de ferramenta constante independente do Frame ativo	*PGAsl*	m	-	-	-	-
CUTCONOF [4)]	Correção de raio constante OFF	*PGsl* Manter correção do raio da ferramenta constante (CUTCONON, CUTCONOF) (Página 319)	m	●	●	●	●
CUTCONON	Correção de raio constante ON	*PGsl* Manter correção do raio da ferramenta constante (CUTCONON, CUTCONOF) (Página 319)	m	●	●	●	●
CUTMOD	Ativação da função "Modificação dos dados de corretores para ferramentas orientáveis"	*PGAsl*		●	●	●	●
CYCLE...	Ciclos de medição	*BHDsl/BHFsl*					
D	Número de corretor da ferramenta	*PGsl* Chamada da correção da ferramenta (D) (Página 80)		●	●	●	●
D0	Com D0 as correções da ferramenta estão inativas	*PGsl* Chamada da correção da ferramenta (D) (Página 80)		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
DAC	Programação de diâmetro específica de eixo, absoluta e por blocos	*PGs/* Programação em diâmetro/raio específica de eixo (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Página 183)	b	●	●	●	●
DC	Dimensão absoluta para eixos rotativos, aproximação direta da posição	*PGs/* Indicação de dimensões absolutas para eixos rotativos (DC, ACP, ACN) (Página 175)	b	●	●	●	●
DEF	Definição de variáveis	*PGAs/*		●	●	●	●
DEFINE	Palavra-chave para definições de macro	*PGAs/*		●	●	●	●
DEFAULT	Deriva na bifurcação CASE	*PGAs/*		●	●	●	●
DELAYFSTON	Definição do início de uma área Stop-Delay	*PGAs/*	m	●	●	●	●
DELAYFSTOF	Definição do fim de uma área Stop-Delay	*PGAs/*	m	●	●	●	●
DELDL	Eliminação de correções aditivas	*PGAs/*		●	●	●	●
DELDTG	Anulação de curso restante	*PGAs/*		●	●	●	●
DELETE	Deleta o arquivo especificado. O nome do arquivo pode ser especificado com caminho e extensão de arquivo.	*PGAs/*		●	●	●	●
DELTOOLENV	Eliminação de blocos de dados para decrição de ambientes de ferramentas	*FB1(W1)*		●	●	●	●
DIACYCOFA	Programação em diâmetro específica de eixo ativa modalmente: OFF em ciclos	*FB1(P1)*	m	●	●	●	●
DIAM90	Programação em diâmetro para G90, programação em raio para G91	*PGAs/* Programação em diâmetro/raio específica de canal (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF) (Página 180)	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
DIAM90A	Programação em diâmetro específica de eixo ativa modalmente para G90 e AC, e em raio para G91 e IC	*PGsl* Programação em diâmetro/raio específica de eixo (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Página 183)	m	●	●	●	●
DIAMCHAN	Aceitação de todos eixos a partir de funções de eixo de dado de máquina no estado de canal da programação em diâmetro	*PGsl* Programação em diâmetro/raio específica de eixo (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Página 183)		●	●	●	●
DIAMCHANA	Aceitação do estado de canal da programação em diâmetro	*PGsl* Programação em diâmetro/raio específica de eixo (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Página 183)		●	●	●	●
DIAMCYCOF	Programação em diâmetro específica de canal: OFF em ciclos	*FB1(P1)*	m	●	●	●	●
DIAMOF 4)	Programação em diâmetro: OFF Para posição inicial, veja as informações do fabricante da máquina	*PGsl* Programação em diâmetro/raio específica de canal (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF) (Página 180)	m	●	●	●	●
DIAMOFA	Programação em diâmetro modal e específica de eixo: OFF Para posição inicial, veja as informações do fabricante da máquina	*PGsl* Programação em diâmetro/raio específica de eixo (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Página 183)	m	●	●	●	●
DIAMON	Programação em diâmetro: ON	*PGsl* Programação em diâmetro/raio específica de canal (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF) (Página 180)	m	●	●	●	●
DIAMONA	Programação em diâmetro modal e específica de eixo: ON Para habilitação, veja as informações do fabricante da máquina	*PGsl* Programação em diâmetro/raio específica de eixo (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Página 183)	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
DIC	Programação em diâmetro específica de eixo, relativa e por blocos	*PGs*/ Programação em diâmetro/raio específica de eixo (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Página 183)	b	●	●	●	●
DILF	Curso de retrocesso (comprimento)	*PGs*/ Retrocesso rápido para rosqueamento (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Página 267)	m	●	●	●	●
DISABLE	Interrupt OFF	*PGAs*/		●	●	●	●
DISC	Aceleração do círculo de transição, compensação do raio da ferramenta	*PGs*/ Correção nos cantos externos (G450, G451, DISC) (Página 294)	m	●	●	●	●
DISCL	Distância do ponto final do movimento de penetração rápido a partir do plano de usinagem	*PGs*/ Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)		●	●	●	●
DISPLOF	Supressão da atual exibição de blocos	*PGAs*/		●	●	●	●
DISPLON	Cancelamento da supres-são da atual exibição de blocos	*PGAs*/		●	●	●	●
DISPR	Diferença de percurso de reposicionamento	*PGAs*/	b	●	●	●	●
DISR	Distância de reposicionamento	*PGAs*/	b	●	●	●	●
DITE	Curso de saída da rosca	*PGs*/ Curso programado de entrada e de saída (DITS, DITE) (Página 256)	m	●	●	●	●
DITS	Curso de entrada da rosca	*PGs*/ Curso programado de entrada e de saída (DITS, DITE) (Página 256)	m	●	●	●	●
DIV	Divisão Integer	*PGAs*/		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
DL	Seleção de corretor de ferramenta aditivo dependente de local (DL, corretor aditivo, corretor de ajuste)	*PGAsl*	m	-	-	-	-
DO	Palavra-chave para ação síncrona, ativa a ação quando a condição for preenchida.	*PGAsl*		●	●	●	●
DRFOF	Desativação dos desloca-mentos com manivela eletrônica (DRF)	*PGsl* Desativação de movimentos sobrepostos (DRFOF, CORROF) (Página 379)	m	●	●	●	●
DRIVE	Aceleração de trajetória em função da velocidade	*PGsl* Modo de aceleração (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) (Página 412)	m	●	●	●	●
DRIVEA	Ativação da curva carac-terística de aceleração dobrada para os eixos programados	*PGsl* Modo de aceleração (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) (Página 412)		●	●	●	●
DYNFINISH	Dinâmica para acabamento fino	*PGsl* Ativação de valores de dinâmica específicos de tecnologia (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) (Página 417)	m	●	●	●	●
DYNNORM	Dinâmica normal	*PGsl* Ativação de valores de dinâmica específicos de tecnologia (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) (Página 417)	m	●	●	●	●
DYNPOS	Dinâmica para modo de posicionamento, rosqueamento com macho	*PGsl* Ativação de valores de dinâmica específicos de tecnologia (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) (Página 417)	m	●	●	●	●
DYNROUGH	Dinâmica para desbaste	*PGsl* Ativação de valores de dinâmica específicos de tecnologia (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) (Página 417)	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
DYNSEMIFIN	Dinâmica para acabamento	*PGs*/ Ativação de valores de dinâmica específicos de tecnologia (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) (Página 417)	m	●	●	●	●
DZERO	Marca todos números D da unidade TO como inválidos	*PGAs*/		●	●	●	●
EAUTO	Definição do último segmento Spline através dos últimos 3 pontos	*PGAs*/	m	-	○	-	○
EGDEF	Definição de uma caixa de transmissão eletrônica	*PGAs*/		-	-	-	-
EGDEL	Eliminação da definição de acoplamento para o eixo escravo	*PGAs*/		-	-	-	-
EGOFC	Desativação contínua da caixa de transmissão eletrônica	*PGAs*/		-	-	-	-
EGOFS	Desativação seletiva da caixa de transmissão eletrônica	*PGAs*/		-	-	-	-
EGON	Ativação da caixa de transmissão eletrônica	*PGAs*/		-	-	-	-
EGONSYN	Ativação da caixa de transmissão eletrônica	*PGAs*/		-	-	-	-
EGONSYNE	Ativação da caixa de transmissão eletrônica, com especificação do modo de aproximação	*PGAs*/		-	-	-	-
ELSE	Bifurcação do programa, se a condição IF não for preenchida	*PGAs*/		●	●	●	●
ENABLE	Interrupt ON	*PGAs*/		●	●	●	●
ENAT 4)	Transição de curvas natural para o próximo bloco de deslocamento	*PGAs*/	m	-	○	-	○
ENDFOR	Linha final do loop de contagem FOR	*PGAs*/		●	●	●	●
ENDIF	Linha final da bifurcação IF	*PGAs*/		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
ENDLABEL	Marcador final para repetições de programa de peça através do REPEAT	*PGAsl, FB1(K1)*		●	●	●	●
ENDLOOP	Linha final do loop contínuo de programa LOOP	*PGAsl*		●	●	●	●
ENDPROC	Linha final de um programa com linha inicial PROC			●	●	●	●
ENDWHILE	Linha final do loop WHILE	*PGAsl*		●	●	●	●
ETAN	Transição tangencial de curva para o próximo bloco de deslocamento no início de Spline	*PGAsl*	m	-	○	-	○
EVERY	Execução de ação síncrona na passagem da condição de FALSE para TRUE	*PGAsl*		●	●	●	●
EX	Palavra-chave para a atribuição de valor na forma escrita exponencial	*PGAsl*		●	●	●	●
EXECSTRING	Transferência de uma variável String com a linha de programa de peça a ser executada	*PGAsl*		●	●	●	●
EXECTAB	Execução de um elemento a partir de uma tabela de movimentos	*PGAsl*		●	●	●	●
EXECUTE	Execução de programa ON	*PGAsl*		●	●	●	●
EXP	Função exponencial ex	*PGAsl*		●	●	●	●
EXTCALL	Execução de subrotina externa	*PGAsl*		●	●	●	●
EXTERN	Identificação de uma subrotina com transferência de parâmetros	*PGAsl*		●	●	●	●
F	Valor de avanço (em associação com G4 também é programado o tempo de espera com o F)	*PGsl* Avanço (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Página 109)		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
FA	Avanço axial	*PGsl* Deslocar eixos de posicionamento (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Página 118)	m	●	●	●	●
FAD	Avanço de penetração para aproximação suave e afastamento suave	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)		●	●	●	●
FALSE	Constante lógica: incorreto	*PGAsl*		●	●	●	●
FB	Avanço por bloco	*PGsl* Avanço por blocos (FB) (Página 150)		●	●	●	●
FCTDEF	Definição de função polinomial	*PGAsl*		-	-	-	-
FCUB	Avanço variável conforme Spline cúbica	*PGAsl*	m	●	●	●	●
FD	Avanço de trajetória para sobreposição com manivela eletrônica	*PGsl* Avanço com sobreposição de manivela eletrônica (FD, FDA) (Página 140)	b	●	●	●	●
FDA	Avanço axial para sobreposição de manivela eletrônica	*PGsl* Avanço com sobreposição de manivela eletrônica (FD, FDA) (Página 140)	b	●	●	●	●
FENDNORM	Desaceleração de cantos OFF	*PGAsl*	m	●	●	●	●
FFWOF 4)	Controle feedforward OFF	*PGsl* Deslocamento com controle antecipado (FFWON, FFWOF) (Página 419)	m	●	●	●	●
FFWON	Controle feedforward ativado	*PGsl* Deslocamento com controle antecipado (FFWON, FFWOF) (Página 419)	m	●	●	●	●
FGREF	Raio de referência em eixos rotativos ou fatores de referência de trajetória em eixos de orientação (interpolação de vetores)	*PGsl* Avanço (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Página 109)	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
FGROUP	Definição dos eixos com avanço de trajetória	*PGsl* Avanço (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Página 109)		●	●	●	●
FI	Parâmetro para acesso aos dados de Frame: Deslocamento fino	*PGAsl*		●	●	●	●
FIFOCTRL	Controle da memória de pré-processamento	*PGAsl*	m	●	●	●	●
FILEDATE	Retorna a data do último acesso de gravação do arquivo	*PGAsl*		●	●	●	●
FILEINFO	Retorna a soma de FILEDATE, FILESIZE, FILESTAT e FILETIME juntos	*PGAsl*		●	●	●	●
FILESIZE	Retorna o tamanho atual do arquivo	*PGAsl*		●	●	●	●
FILESTAT	Retorna o estado de arquivo dos direitos de leitura, gravação, execução, exibição e deletação (rwxsd)	*PGAsl*		●	●	●	●
FILETIME	Retorna o horário do último acesso de gravação do arquivo	*PGAsl*		●	●	●	●
FINEA	Fim de movimento ao alcançar a "Parada exata fina"	*PGAsl*	m	●	●	●	●
FL	Velocidade limite para eixos síncronos	*PGsl*	m	●	●	●	●
FLIN	Avanço linear variável	*PGAsl*	m	●	●	●	●
FMA	Vários avanços axiais	*PGsl* Vários valores de avanço em um bloco (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) (Página 147)	m	-	-	-	-
FNORM 4)	Avanço normal conforme DIN66025	*PGAsl*	m	●	●	●	●
FOCOF	Desativação do desloca-mento com momento/ força limitados	*PGAsl*	m	○	-	○	-
FOCON	Ativação do desloca-mento com momento/ força limitados	*PGAsl*	m	○	-	○	-

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
FOR	Loop de contagem com número fixo de passadas	*PGAsl*		●	●	●	●
FP	Ponto fixo: Número do ponto fixo a ser aproximado	*PGsl* Aproximação de ponto fixo (G75, G751) (Página 402)	b	●	●	●	●
FPO	Caracaterística de avanço programada através de um polinômio	*PGAsl*		-	-	-	-
FPR	Identificação do eixo rotativo	*PGsl* Avanço para eixos/fusos de posicionamento (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Página 132)		●	●	●	●
FPRAOF	Desativação do avanço por rotação	*PGsl* Avanço para eixos/fusos de posicionamento (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Página 132)		●	●	●	●
FPRAON	Ativação do avanço por rotação	*PGsl* Avanço para eixos/fusos de posicionamento (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Página 132)		●	●	●	●
FRAME	Tipo de dado para definição de sistemas de coordenadas	*PGAsl*		●	●	●	●
FRC	Avanço para raio e chanfro	*PGsl* Chanfro, arredondamento (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Página 271)	b	●	●	●	●
FRCM	Avanço para raio e chanfro modal	*PGsl* Chanfro, arredondamento (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Página 271)	m	●	●	●	●
FROM	A ação é executada quando a condição é preenchida uma vez e permanece ativa por toda a ação síncrona	*PGAsl*		●	●	●	●
FTOC	Modificação da correção fina de ferramenta	*PGsl*		●	●	●	●
FTOCOF 4)	Correção fina de ferramenta ativa Online OFF	*PGAsl*	m	●	●	●	●
FTOCON	Correção fina de ferramenta ativa Online ON	*PGAsl*	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
FXS	Deslocamento até o encosto fixo ativado	*PGsl*	m	●	●	●	●
FXST	Limite de torque para deslocamento até o encosto fixo	*PGsl*	m	●	●	●	●
FXSW	Janela de monitoração para deslocamento até o encosto fixo	*PGsl*		●	●	●	●
FZ	Avanço por dente	*PGsl* Avanço por dente (G95 FZ) (Página 151)	m	●	●	●	●
G0	Interpolação linear com avanço (movimento) rápido	*PGsl* Movimento de avanço rápido (G0, RTLION, RTLIOF) (Página 201)	m	●	●	●	●
G1 4)	Interpolação linear com avanço (interpolação de retas)	*PGsl* Interpolação linear (G1) (Página 206)	m	●	●	●	●
G2	Interpolação circular em sentido horário	*PGsl* Tipos de interpolação circular (G2/G3, ...) (Página 209)	m	●	●	●	●
G3	Interpolação circular em sentido anti-horário	*PGsl* Tipos de interpolação circular (G2/G3, ...) (Página 209)	m	●	●	●	●
G4	Tempo de espera, pré-definido	*PGsl* Tempo de espera (G4) (Página 421)	b	●	●	●	●
G5	Retificação inclinada de canal	*PGAsl*	b	●	●	●	●
G7	Movimento de compen-sação na retificação inclinada de canal	*PGAsl*	b	●	●	●	●
G9	Parada exata - desace-leração	*PGsl* Parada exata (G60, G9, G601, G602, G603) (Página 327)	b	●	●	●	●
G17 4)	Seleção do plano de trabalho X/Y	*PGsl* Seleção do plano de trabalho (G17/G18/G19) (Página 163)	m	●	●	●	●
G18	Seleção do plano de trabalho Z/X	*PGsl* Seleção do plano de trabalho (G17/G18/G19) (Página 163)	m	●	●	●	●
G19	Seleção do plano de trabalho Y/Z	*PGsl* Seleção do plano de trabalho (G17/G18/G19) (Página 163)	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
G25	Limite inferior da área de trabalho	*PGsl* Limitação programável da rotação do fuso (G25, G26) (Página 108)	b	●	●	●	●
G26	Limite da área de trabalho superior	*PGsl* Limitação programável da rotação do fuso (G25, G26) (Página 108)	b	●	●	●	●
G33	Rosqueamento com passo constante	*PGsl* Rosqueamento com passo constante (G33) (Página 249)	m	●	●	●	●
G34	Rosqueamento com passo linear e crescente	*PGsl* Rosqueamento com passo crescente ou decrescente (G34, G35) (Página 258)	m	●	●	●	●
G35	Rosqueamento com passo linear e decrescente	*PGsl* Rosqueamento com passo crescente ou decrescente (G34, G35) (Página 258)	m	●	●	●	●
G40 4)	Correção do raio da ferramenta OFF	*PGsl* Correção do raio da ferramenta (G40, G41, G42, OFFN) (Página 277)	m	●	●	●	●
G41	Correção do raio da ferramenta à esquerda do contorno	*PGsl* Correção do raio da ferramenta (G40, G41, G42, OFFN) (Página 277)	m	●	●	●	●
G42	Correção do raio da ferramenta à direita do contorno	*PGsl* Correção do raio da ferramenta (G40, G41, G42, OFFN) (Página 277)	m	●	●	●	●
G53	Supressão do atual deslocamento de ponto zero (por bloco)	*PGsl* Deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Página 157)	b	●	●	●	●
G54	1º deslocamento de ponto zero ajustável	*PGsl* Deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Página 157)	m	●	●	●	●
G55	2º deslocamento do ponto zero ajustável	*PGsl* Deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Página 157)	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
G56	3º deslocamento de ponto zero ajustável	*PGsl* Deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Página 157)	m	●	●	●	●
G57	4º deslocamento de ponto zero ajustável	*PGsl* Deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Página 157)	m	●	●	●	●
G58	Deslocamento de ponto zero axial e programável de modo absoluto, deslocamento aproximado	*PGsl* Deslocamento de ponto zero por eixos (G58, G59) (Página 351)	b	●	●	●	●
G59	Deslocamento de ponto zero axial e programável de modo aditivo, deslocamento fino	*PGsl* Deslocamento de ponto zero por eixos (G58, G59) (Página 351)	b	●	●	●	●
G60 4)	Parada exata - desaceleração	*PGsl* Parada exata (G60, G9, G601, G602, G603) (Página 327)	m	●	●	●	●
G62	Desaceleração em cantos internos com compensação do raio da ferramenta ativa (G41, G42)	*PGAsl*	m	●	●	●	●
G63	Rosqueamento com macho com mandril de compensação	*PGsl* Rosqueamento com macho com mandril de compensação (G63) (Página 265)	b	●	●	●	●
G64	Modo de controle da trajetória	*PGsl* Modo de controle da trajetória (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Página 331)	m	●	●	●	●
G70	Especificação em polegadas para dimensões geométricas (comprimentos)	*PGsl* Indicação dimensional em polegadas (Inch) ou métrica (G70/G700, G71/G710) (Página 177)	m	●	●	●	●
G71 4)	Especificação métrica para dimensões geométricas (comprimentos)	*PGsl* Indicação dimensional em polegadas (Inch) ou métrica (G70/G700, G71/G710) (Página 177)	m	●	●	●	●
G74	Aproximação do ponto de referência	*PGsl* Aproximação do ponto de referência (G74) (Página 401)	b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
G75	Aproximação do ponto fixo	*PGsl* Aproximação de ponto fixo (G75, G751) (Página 402)	b	●	●	●	●
G90 4)	Especificação de dimensão absoluta	*PGsl* Especificação de dimensões absolutas (G90, AC) (Página 167)	m/b	●	●	●	●
G91	Especificação de dimensão incremental	*PGsl* Especificação de dimensão incremental (G91, IC) (Página 170)	m/b	●	●	●	●
G93	Avanço em função do tempo 1/min (rpm)	*PGsl* Avanço (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Página 109)	m	●	●	●	●
G94 4)	Avanço linear F em mm/min ou pol./min e graus/min	*PGsl* Avanço (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Página 109)	m	●	●	●	●
G95	Avanço por rotação F em mm/rot. ou pol./rot.	*PGsl* Avanço (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Página 109)	m	●	●	●	●
G96	Velocidade de corte constante (como no G95) ON	*PGsl* Velocidade de corte constante (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Página 100)	m	●	●	●	●
G97	Velocidade de corte constante (como no G95) OFF	*PGsl* Velocidade de corte constante (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Página 100)	m	●	●	●	●
G110	Programação polar relativa à última posição nominal programada	*PGsl* Ponto de referência das coordenadas polares (G110, G111, G112) (Página 195)	b	●	●	●	●
G111	Programação polar relativa ao ponto zero do atual sistema de coordenadas da peça de trabalho	*PGsl* Ponto de referência das coordenadas polares (G110, G111, G112) (Página 195)	b	●	●	●	●
G112	Programação polar relativa ao último pólo válido	*PGsl* Ponto de referência das coordenadas polares (G110, G111, G112) (Página 195)	b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
G140 [4]	Sentido de aproximação WAB definido através de G41/G42	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	m	●	●	●	●
G141	Sentido de aproximação WAB à esquerda do contorno	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	m	●	●	●	●
G142	Sentido de aproximação WAB à direita do contorno	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	m	●	●	●	●
G143	Sentido de aproximação WAB em função da tangente	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	m	●	●	●	●
G147	Aproximação suave em linha reta	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	b	●	●	●	●
G148	Afastamento suave em linha reta	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	b	●	●	●	●
G153	Supressão do atual Frame inclusive Frame básico	*PGsl* Deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Página 157)	b	●	●	●	●
G247	Aproximação suave em quadrante	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
G248	Afastamento suave em quadrante	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	b	●	●	●	●
G290	Comutação para modo SINUMERIK ON	*FBW*	m	●	●	●	●
G291	Comutação para modo ISO2/3 ON	*FBW*	m	●	●	●	●
G331	Rosqueamento com macho sem mandril de compensação, passo positivo, giro horário (direito)	*PGsl* Rosqueamento com macho sem mandril de compensação (G331, G332) (Página 260)	m	●	●	●	●
G332	Rosqueamento com macho sem mandril de compensação, passo negativo, giro anti-horário (esquerdo)	*PGsl* Rosqueamento com macho sem mandril de compensação (G331, G332) (Página 260)	m	●	●	●	●
G340 [4]	Bloco de aproximação espacial (simultâneo em profundidade e no plano (espiral))	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	m	●	●	●	●
G341	Primeiro penetração no eixo perpendicular (z), depois aproximação no plano	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	m	●	●	●	●
G347	Aproximação suave em semicírculo	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	b	●	●	●	●
G348	Afastamento suave em semicírculo	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)	b	●	●	●	●
G450 [4]	Círculo de transição	*PGsl* Correção nos cantos externos (G450, G451, DISC) (Página 294)	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
G451	Intersecção das equidistâncias	*PGsl* Correção nos cantos externos (G450, G451, DISC) (Página 294)	m	●	●	●	●
G460 [4]	Ativação da monitoração de colisão para bloco de aproximação e de afastamento	*PGsl* Aproximação e afastamento com estratégias de afastamento ampliadas (G460, G461, G462) (Página 308)	m	●	●	●	●
G461	Inserção de um círculo no bloco de compensação do raio de ferramenta (WRK)	*PGsl* Aproximação e afastamento com estratégias de afastamento ampliadas (G460, G461, G462) (Página 308)	m	●	●	●	●
G462	Inserção de uma reta no bloco de compensação do raio de ferramenta (WRK)	*PGsl* Aproximação e afastamento com estratégias de afastamento ampliadas (G460, G461, G462) (Página 308)	m	●	●	●	●
G500 [4]	Desativação de todos os Frames ajustáveis, Frames básicos estão ativos	*PGsl* Deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Página 157)	m	●	●	●	●
G505 ... G599	5 ... 99º deslocamento de ponto zero ajustável	*PGsl* Deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Página 157)	m	●	●	●	●
G601 [4]	Mudança de blocos com parada exata fina	*PGsl* Parada exata (G60, G9, G601, G602, G603) (Página 327)	m	●	●	●	●
G602	Mudança de blocos com parada exata aproximada	*PGsl* Parada exata (G60, G9, G601, G602, G603) (Página 327)	m	●	●	●	●
G603	Mudança de blocos para fim de bloco de interpolação IPO	*PGsl* Parada exata (G60, G9, G601, G602, G603) (Página 327)	m	●	●	●	●
G621	Desaceleração de cantos em todos os cantos	*PGAsl*	m	●	●	●	●
G641	Modo de controle da trajetória com suavização conforme critério de percurso (= distância de suavização programável)	*PGsl* Modo de controle da trajetória (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Página 331)	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
G642	Modo de controle da trajetória com suavização com a conservação de tolerâncias definidas	*PGsl* Modo de controle da trajetória (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Página 331)	m	●	●	●	●
G643	Modo de controle da trajetória com suavização com a conservação de tolerâncias definidas (interno de bloco)	*PGsl* Modo de controle da trajetória (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Página 331)	m	●	●	●	●
G644	Modo de controle da trajetória com suavização com o máximo possível de dinâmica	*PGsl* Modo de controle da trajetória (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Página 331)	m	●	●	●	●
G645	Modo de controle da trajetória com suavização de cantos e transições de blocos tangenciais com preservação de tolerâncias definidas	*PGsl* Modo de controle da trajetória (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Página 331)	m	●	●	●	●
G700	Especificação em polegadas para dimensões geométricas e tecnológicas (comprimentos, avanço)	*PGsl* Indicação dimensional em polegadas (Inch) ou métrica (G70/G700, G71/G710) (Página 177)	m	●	●	●	●
G710 [4]	Especificação métrica para dimensões geométricas e tecnológicas (comprimentos, avanço)	*PGsl* Indicação dimensional em polegadas (Inch) ou métrica (G70/G700, G71/G710) (Página 177)	m	●	●	●	●
G751	Aproximação do ponto fixo através de ponto intermediário	PGsl Aproximação de ponto fixo (G75, G751) (Página 402)	b	●	●	●	●
G810 [4], ..., G819	Grupo G reservado para o usuário OEM	*PGAsl*		●	●	●	●
G820 [4], ..., G829	Grupo G reservado para o usuário OEM	*PGAsl*		●	●	●	●
G931	Especificação de avanço através do tempo de deslocamento		m	●	●	●	●
G942	Congelamento do avanço linear e velocidade de corte constante ou rotação de fuso		m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
G952	Congelamento do avanço por rotação e velocidade de corte constante ou rotação de fuso		m	●	●	●	●
G961	Velocidade de corte constante e avanço linear	*PGs/* Velocidade de corte constante (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Página 100)	m	●	●	●	●
G962	Avanço linear ou avanço por rotação e velocidade de corte constante	*PGs/* Velocidade de corte constante (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Página 100)	m	●	●	●	●
G971	Congelamento da rotação do fuso e avanço linear	*PGs/* Velocidade de corte constante (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Página 100)	m	●	●	●	●
G972	Congelamento do avanço linear ou avanço por rotação e rotação constante de fuso	*PGs/* Velocidade de corte constante (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Página 100)	m	●	●	●	●
G973	Avanço de rotação sem limite da rotação do fuso	*PGs/* Velocidade de corte constante (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Página 100)	m	●	●	●	●
GEOAX	Atribui novos canais de eixo para os eixos geométricos 1 - 3	*PGAs/*		●	●	●	●
GET	Troca de eixos liberados entre canais	*PGAs/*		●	●	●	●
GETACTT	Determina a ferramenta ativa de um grupo de ferramentas de mesmo nome	*FBW*		●	●	●	●
GETACTTD	Determina para um número D absoluto seu número T correspon-dente	*PGAs/*		●	●	●	●
GETD	Troca de eixo direta entre canais	*PGAs/*		●	●	●	●
GETDNO	Fornece o número D de um corte (CE) de uma ferramenta (T)	*PGAs/*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
GETEXET	Leitura do número T carregado	*FBW*		●	●	●	●
GETFREELOC	Localização de um alojamento vazio no magazine para uma ferramenta especificada	*FBW*		●	●	●	●
GETSELT	Fornecer números T pré-selecionados	*FBW*		●	●	●	●
GETT	Definir número T para nome de ferramenta	*FBW*		●	●	●	●
GETTCOR	Extração de dados de comprimentos de ferramenta ou componentes de comprimento de ferramenta	*FB1(W1)*		●	●	●	●
GETTENV	Leitura de números T, D e DL	*FB1(W1)*		●	●	●	●
GOTO	Instrução de salto primeiro para frente depois para trás (sentido primeiro para o fim e depois para o início do programa)	*PGAsl*		●	●	●	●
GOTOB	Instrução de salto para trás (sentido no início do programa)	*PGAsl*		●	●	●	●
GOTOC	Como GOTO, mas com supressão do alarme 14080 "Destino de salto não encontrado"	*PGAsl*		●	●	●	●
GOTOF	Instrução de salto para frente (sentido no fim do programa)	*PGAsl*		●	●	●	●
GOTOS	Salto de retorno ao início do programa	*PGAsl*		●	●	●	●
GP	Palavra-chave para programação indireta de atributos de posição	*PGAsl*		●	●	●	●
GWPSOF	Cancelamento da velocidade periférica de rebolo constante (SUG)	*PGsl* Velocidade periférica constante do rebolo (GWPSON, GWPSOF) (Página 106)	b	●	●	●	●
GWPSON	Ativação da velocidade periférica de rebolo constante (SUG)	*PGsl* Velocidade periférica constante do rebolo (GWPSON, GWPSOF) (Página 106)	b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
H...	Emissão de função auxiliar no PLC	*PGsl/FB1(H2)* Transferência de funções auxiliares (Página 383)		●	●	●	●
HOLES1	Ciclo de modelo de furação, fileira de furos	*BHDsl/BHFsl*		●	●	●	●
HOLES2	Ciclo de modelo de furação, círculo de furos	*BHDsl/BHFsl*		●	●	●	●
I	Parâmetro de interpolação	*PGsl* Interpolação circular com centro e ponto final (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) (Página 212)	b	●	●	●	●
I1	Coordenada de ponto intermediário	*PGsl* Interpolação circular com ângulo de abertura e centro (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR) (Página 218)	b	●	●	●	●
IC	Especificação de dimensões incrementais	*PGsl* Especificação de dimensão incremental (G91, IC) (Página 170)	b	●	●	●	●
ICYCOF	Execução de todos blocos de um ciclo de tecnologia conforme ICYCOF em um ciclo IPO	*PGAsl*		●	●	●	●
ICYCON	Execução de cada bloco de um ciclo de tecnologia conforme ICYCOF em um ciclo IPO separado	*PGAsl*		●	●	●	●
ID	Identificação para ações síncronas modais	*PGAsl*	m	●	●	●	●
IDS	Identificação para ações síncronas estáticas modais	*PGAsl*		●	●	●	●
IF	Introdução de um salto condicional no programa de peça / ciclo de tecnologia	*PGAsl*		●	●	●	●
INDEX	Determinação do índice de um caractere na String de entrada	*PGAsl*		●	●	●	●
INIPO	Inicialização das variáveis com PowerOn	*PGAsl*		●	●	●	●
INIRE	Inicialização das variáveis com Reset	*PGAsl*		●	●	●	●
INICF	Inicialização das variáveis com NewConfig	*PGAsl*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
INIT	Seleção de um determinado programa NC para execução em um determinado canal	*PGAsl*		-	-	-	-
INITIAL	Criação de um INI-File através de todas as áreas	*PGAsl*		●	●	●	●
INT	Tipo de dado: Valor inteiro com sinal	*PGAsl*		●	●	●	●
INTERSEC	Calcula a intersecção entre dois elementos de contorno	*PGAsl*		●	●	●	●
INVCCW	Deslocamento de evolvente, no sentido anti-horário	*PGsl* Interpolação de evolventes (INVCW, INVCCW) (Página 232)	m	-	-	-	-
INVCW	Deslocamento de evolvente, no sentido horário	*PGsl* Interpolação de evolventes (INVCW, INVCCW) (Página 232)	m	-	-	-	-
INVFRAME	Cálculo do Frame inverso a partir de um Frame	*FB1(K2)*		●	●	●	●
IP	Parâmetro de interpolação variável	*PGAsl*		●	●	●	●
IPOBRKA	Critério de movimento a partir do ponto de ativação da rampa de frenagem	*PGAsl*	m	●	●	●	●
IPOENDA	Fim de movimento ao alcançar "IPO-Stop"	*PGAsl*	m	●	●	●	●
IPTRLOCK	Congela o início do segmento do programa que não deve ser pesquisado até o próximo bloco de função da máquina.	*PGAsl*	m	●	●	●	●
IPTRUNLOCK	Define o fim do segmento do programa que não deve ser pesquisado no bloco atual no momento da interrupção.	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ISAXIS	Verifica se o eixo geométrico especificado como parâmetro é 1	*PGAsl*		●	●	●	●
ISD	Profundidade de imersão	*PGAsl*	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
ISFILE	Verifica se existe um arquivo na memória de usuário do NCK	*PGAsl*		●	●	●	●
ISNUMBER	Verifica se a String de entrada pode ser convertida em número	*PGAsl*		●	●	●	●
ISOCALL	Chamada indireta de um programa programado em linguagem ISO	*PGAsl*		●	●	●	●
ISVAR	Verifica se o parâmetro de transferência contém uma variável conhecida do NC	*PGAsl*		●	●	●	●
J	Parâmetro de interpolação	*PGsl* Interpolação circular com centro e ponto final (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) (Página 212)	b	●	●	●	●
J1	Coordenada de ponto intermediário	*PGsl* Interpolação circular com ponto intermediário e ponto final (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) (Página 222)	b	●	●	●	●
JERKA	Ativação do comportamento de aceleração ajustado através de MD para os eixos programados			●	●	●	●
JERKLIM	Redução ou aceleração do solavanco axial máximo	*PGAsl*	m	●	●	●	●
JERKLIMA	Redução ou aceleração do solavanco axial máximo	*PGsl* Influência da aceleração em eixos escravos (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA) (Página 415)	m	●	●	●	●
K	Parâmetro de interpolação	*PGsl* Interpolação circular com centro e ponto final (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) (Página 212)	b	●	●	●	●
K1	Coordenada de ponto intermediário	*PGsl* Interpolação circular com ponto intermediário e ponto final (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) (Página 222)	b	●	●	●	●
KONT	Percorre o contorno com compensação da ferramenta	*PGsl* Aproximar e afastar do contorno (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Página 287)	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
KONTC	Aproximação/afastamento com polinômio de curvatura contínua	*PGs*/ Aproximar e afastar do contorno (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Página 287)	m	●	●	●	●
KONTT	Aproximação/afastamento com polinômio de tangente constante	*PGs*/ Aproximar e afastar do contorno (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Página 287)	m	●	●	●	●
L	Número da subrotina	*PGAs*/	b	●	●	●	●
LEAD	Ângulo de avanço 1. Orientação da ferramenta 2. Polinômios de orientação	*PGAs*/	m	 ● -	 ● -	 ● -	 ● -
LEADOF	Acoplamento de valor mestre OFF	*PGAs*/		-	-	-	-
LEADON	Acoplamento de valor mestre ON	*PGAs*/		-	-	-	-
LENTOAX	Fornece informações sobre a associação dos comprimentos de ferramenta L1, L2 e L3 da ferramenta com a abscissa, ordenada e aplicada	*FB1(W1)*		●	●	●	●
LFOF [4]	Retrocesso rápido para rosqueamento OFF	*PGs*/ Retrocesso rápido para rosqueamento (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Página 267)	m	●	●	●	●
LFON	Retrocesso rápido para rosqueamento ON	*PGs*/ Retrocesso rápido para rosqueamento (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Página 267)	m	●	●	●	●
LFPOS	Retrocesso do eixo identificado com POLFMASK ou POLFMLIN na posição de eixo absoluta programada com POLF	*PGs*/ Retrocesso rápido para rosqueamento (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Página 267)	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
LFTXT	O plano do movimento de retrocesso na retração rápida é determinado a partir da tangente da trajetória e do atual sentido de ferramenta	*PGsl* Retrocesso rápido para rosqueamento (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Página 267)	m	●	●	●	●
LFWP	O plano do movimento de retrocesso na retração rápida é determinado através do atual plano de trabalho (G17/G18/G19)	*PGsl* Retrocesso rápido para rosqueamento (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Página 267)	m	●	●	●	●
LIFTFAST	Retração rápida	*PGsl*		●	●	●	●
LIMS	Limite de rotação com G96/G961 e G97	*PGsl* Velocidade de corte constante (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Página 100)	m	●	●	●	●
LLI	Valor limite inferior de variáveis	*PGAsl*		●	●	●	●
LN	Logaritmo natural	*PGAsl*		●	●	●	●
LOCK	Bloqueio de ação síncrona com MD (parar ciclo de tecnologia)	*PGAsl*		●	●	●	●
LONGHOLE	Ciclo de modelo de fresa-mento de oblongos em uma circunferência	*BHDsl/BHFsl*		-	-	-	-
LOOP	Introdução de um loop sem fim	*PGAsl*		●	●	●	●
M0	Parada programada	*PGsl* Funções M (Página 387)		●	●	●	●
M1	Parada opcional	*PGsl* Funções M (Página 387)		●	●	●	●
M2	Fim do programa prin-cipal com retorno ao início do programa	*PGsl* Funções M (Página 387)		●	●	●	●
M3	Sentido de giro do fuso à direita (horário)	*PGsl* Funções M (Página 387)		●	●	●	●
M4	Sentido de giro do fuso à esquerda (anti-horário)	*PGsl* Funções M (Página 387)		●	●	●	●
M5	Parada do fuso	*PGsl* Funções M (Página 387)		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
M6	Troca de ferramentas	*PGs*/ Funções M (Página 387)		●	●	●	●
M17	Fim de subrotina	*PGs*/ Funções M (Página 387)		●	●	●	●
M19	Posicionamento de fuso na posição registrada no SD43240	*PGs*/ Funções M (Página 387)		●	●	●	●
M30	Fim de programa, como o M2	*PGs*/ Funções M (Página 387)		●	●	●	●
M40	Mudança automática da gama de velocidade	*PGs*/ Funções M (Página 387)		●	●	●	●
M41 ... M45	Gama de velocidade 1 ... 5	*PGs*/ Funções M (Página 387)		●	●	●	●
M70	Passagem para o modo de eixo	*PGs*/ Funções M (Página 387)		●	●	●	●
MASLDEF	Definição de grupo de eixos mestres/escravos	*PGAs*/		●	●	●	●
MASLDEL	Separação de grupo de eixos mestres/escravos e cancelamento da definição do grupo	*PGAs*/		●	●	●	●
MASLOF	Desativação de um acoplamento temporário	*PGAs*/		●	●	●	●
MASLOFS	Desativação de um acoplamento temporário com parada automática do eixo escravo	*PGAs*/		●	●	●	●
MASLON	Ativação de um acopla-mento temporário	*PGAs*/		●	●	●	●
MATCH	Localização de uma String em Strings	*PGAs*/		●	●	●	●
MAXVAL	Maior valor de duas variáveis (função aritm.)	*PGAs*/		●	●	●	●
MCALL	Chamada de subrotina modal	*PGAs*/		●	●	●	●
MEAC	Medição constante sem anulação de curso restante	*PGAs*/	b	-	-	-	-
MEAFRAME	Cálculo de Frame a partir de pontos de medição	*PGAs*/		●	●	●	●
MEAS	Medição com apalpador comutável	*PGAs*/	b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
MEASA	Medição com anulação de curso restante	*PGAsl*	b	-	-	-	-
MEASURE	Método de cálculo para medição de peça e medição de ferramenta	*FB2(M5)*		●	●	●	●
MEAW	Medição com apalpador comutável sem anulação de curso restante	*PGAsl*	b	●	●	●	●
MEAWA	Medição sem anulação de curso restante	*PGAsl*	b	-	-	-	-
MI	Acesso aos dados de Frame: Espelhamento	*PGAsl*		●	●	●	●
MINDEX	Determinação do índice de um caractere na String de entrada	*PGAsl*		●	●	●	●
MINVAL	Menor valor de duas variáveis (função aritm.)	*PGAsl*		●	●	●	●
MIRROR	Espelhamento programável	*PGAsl* Espelhamento programável (MIRROR, AMIRROR) (Página 370)	b	●	●	●	●
MMC	Chamada da janela de diálogo interativa na HMI a partir do programa de peça	*PGAsl*		●	●	●	●
MOD	Divisão Modulo	*PGAsl*		●	●	●	●
MODAXVAL	Determinação da posição Modulo de um eixo rotativo Modulo	*PGAsl*		●	●	●	●
MOV	Partida de eixo de posicionamento	*PGAsl*		●	●	●	●
MSG	Mensagens programáveis	*PGsl* Emissão de mensagens (MSG) (Página 391)	m	●	●	●	●
MVTOOL	Comando de linguagem para movimentar uma ferramenta	*FBW*		●	●	●	●
N	Número de bloco secundário NC	*PGsl* Regras de blocos (Página 39)		●	●	●	●
NCK	Especificação da área de validade de dados	*PGAsl*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
NEWCONF	Aceitação dos dados de máquina modificados (corresponde à "Ativação do dado de máquina")	*PGAsl*		●	●	●	●
NEWT	Criação de nova ferramenta	*PGAsl*		●	●	●	●
NORM 4)	Ajuste normal dos pontos inicial e final com compensação de ferramenta	*PGsl* Aproximar e afastar do contorno (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Página 287)	m	●	●	●	●
NOT	NÃO lógico (Negation)	*PGAsl*		●	●	●	●
NPROT	Área de proteção específica de máquina ON/OFF	*PGAsl*		●	●	●	●
NPROTDEF	Definição de uma área de proteção específica de máquina	*PGAsl*		●	●	●	●
NUMBER	Converte a String de entrada em número	*PGAsl*		●	●	●	●
OEMIPO1	Interpolação OEM 1	*PGAsl*	m	●	●	●	●
OEMIPO2	Interpolação OEM 2	*PGAsl*	m	●	●	●	●
OF	Palavra-chave na bifurcação CASE	*PGAsl*		●	●	●	●
OFFN	Sobremetal para contorno programado	*PGsl* Correção do raio da ferramenta (G40, G41, G42, OFFN) (Página 277)	m	●	●	●	●
OMA1	Endereço OEM 1		m	●	●	●	●
OMA2	Endereço OEM 2		m	●	●	●	●
OMA3	Endereço OEM 3		m	●	●	●	●
OMA4	Endereço OEM 4		m	●	●	●	●
OMA5	Endereço OEM 5		m	●	●	●	●
OR	Operador lógico, operador lógico OU	*PGAsl*		●	●	●	●
ORIAXES	Interpolação linear dos eixos de máquina ou eixos de orientação	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIAXPOS	Ângulo de orientação através de eixos virtuais de orientação com posições de eixo rotativo		m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
ORIC [4]	As mudanças de orientação em cantos externos são sobrepostas no bloco circular a ser inserido	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORICONCCW	Interpolação em uma superfície periférica circular em sentido anti-horário	*PGAsl/FB3(F3)*	m	●	●	●	●
ORICONCW	Interpolação em uma superfície periférica circular em sentido horário	*PGAsl/FB3(F4)*	m	●	●	●	●
ORICONIO	Interpolação em uma superfície periférica circular com especificação de uma orientação intermediária	*PGAsl/FB3(F4)*	m	●	●	●	●
ORICONTO	Interpolação em uma superfície periférica circular na transição tangencial (especificação da orientação final)	*PGAsl/FB3(F5)*	m	●	●	●	●
ORICURVE	Interpolação da orientação com especificação do movimento de dois pontos de contato da ferramenta	*PGAsl/FB3(F6)*	m	●	●	●	●
ORID	As mudanças de orientação são executadas antes de um bloco circular	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIEULER	Ângulo de orientação através de ângulo euleriano	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIMKS	Orientação de ferramenta no sistema de coordenadas da máquina	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIPATH	Orientação da ferramenta relativa à trajetória	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIPATHS	Orientação de ferramenta relativa à trajetória, uma dobra é suavizada no decurso da orientação	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIPLANE	Interpolação em um plano (corresponde ao ORIVECT) Interpolação de grande circunferência	*PGAsl*	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
ORIRESET	Posição inicial da orientação de ferramenta com até 3 eixos de orientação	*PGAsl*		●	●	●	●
ORIROTA	Ângulo de rotação de um sentido de rotação especificado como absoluto	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIROTC	Vetor de rotação tangencial à tangente da trajetória	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIROTR	Ângulo de rotação relativo ao plano entre a orientação inicial e a orientação final	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIROTT	Ângulo de rotação relativo à alteração do vetor de orientação	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIRPY	Ângulo de orientação através de ângulo RPY (XYZ)	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIRPY2	Ângulo de orientação através de ângulo RPY (ZYX)	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIS	Alteração de orientação	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORISOF 4)	Suavização do decurso de orientação OFF	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORISON	Suavização do decurso de orientação ON	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIVECT	Interpolação de grande circunferência (idêntico ao ORIPLANE)	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIVIRT1	Ângulo de orientação através de eixos virtuais de orientação (Definition 1)	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIVIRT2	Ângulo de orientação através de eixos virtuais de orientação (Definition 1)	*PGAsl*	m	●	●	●	●
ORIWKS 4)	Orientação de ferramenta no sistema de coordenadas da peça de trabalho	*PGAsl*	m	●	●	●	●
OS	Oscilação ativada/ desativada	*PGAsl*		-	-	-	-
OSB	Oscilação: Ponto de partida	*FB2(P5)*	m	-	-	-	-
OSC	Suavização constante da orientação da ferramenta	*PGAsl*	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
OSCILL	Axis: 1 - 3 eixos de penetração	*PGAsl*	m	-	-	-	-
OSCTRL	Opções da oscilação	*PGAsl*	m	-	-	-	-
OSD	Suavização da orientação de ferramenta através da especificação da extensão de suavização com SD.	*PGAsl*	m	●	●	●	●
OSE	Ponto final da oscilação	*PGAsl*	m	-	-	-	-
OSNSC	Oscilação: Número de passadas finais	*PGAsl*	m	-	-	-	-
OSOF 4)	Suavização da orientação de ferramenta OFF	*PGAsl*	m	●	●	●	●
OSP1	Oscilação: ponto de reversão esquerdo	*PGAsl*	m	-	-	-	-
OSP2	Ponto de reversão direito da oscilação	*PGAsl*	m	-	-	-	-
OSS	Suavização da orientação da ferramenta no fim do bloco	*PGAsl*	m	●	●	●	●
OSSE	Suavização da orientação de ferramenta no início e no fim do bloco	*PGAsl*	m	●	●	●	●
OST	Suavização da orientação de ferramenta através da especificação da tolerância angular em graus com SD (desvio máximo do decurso de orientação programado)	*PGAsl*	m	●	●	●	●
OST1	Oscilação: Ponto de parada no ponto de reversão esquerdo	*PGAsl*	m	-	-	-	-
OST2	Oscilação: Ponto de parada no ponto de reversão direito	*PGAsl*	m	-	-	-	-
OTOL	Tolerância de orientação para funções de compressor, suavização de orientação e tipos de suavização	*PGAsl*		-	●	-	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
OVR	Correção de rotação	*PGAsl* Correção do avanço programável (OVR, OVRRAP, OVRA) (Página 136)	m	●	●	●	●
OVRA	Correção de rotação axial	*PGAsl* Correção do avanço programável (OVR, OVRRAP, OVRA) (Página 136)	m	●	●	●	●
OVRRAP	Correção do avanço rápido	*PGAsl* Correção do avanço programável (OVR, OVRRAP, OVRA) (Página 136)	m	●	●	●	●
P	Número de processamentos da subrotina	*PGAsl*		●	●	●	●
PAROT	Alinhamento do sistema de coordenadas à peça de trabalho	*PGsl* Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Página 375)	m	●	●	●	●
PAROTOF	Desativação da rotação de Frame relativa à peça de trabalho	*PGsl* Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Página 375)	m	●	●	●	●
PCALL	Chamada de subrotinas com indicação absoluta do caminho e transferência de parâmetros	*PGAsl*		●	●	●	●
PDELAYOF	Retardamento na estampagem OFF	*PGAsl*	m	-	-	-	-
PDELAYON 4)	Retardamento na estampagem ON	*PGAsl*	m	-	-	-	-
PHU	Unidade física de uma variável	*PGAsl*		●	●	●	●
PL	1. B-Spline: Distância entre os nós 2. Interpolação de polinômios: Comprimento do intervalo de parâmetros na interpolação de polinômios	*PGAsl* 1. 2.	b	- -	○ -	- -	○ -

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
PM	Por minuto	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)		●	●	●	●
PO	Coeficiente de polinômio na interpolação de polinômios	*PGAsl*	b	-	-	-	-
POCKET3	Ciclo de fresamento, bolsão retangular (qualquer fresa)	*BHDsl/BHFsl*		●	●	●	●
POCKET4	Ciclo de fresamento, bolsão circular (qualquer fresa)	*BHDsl/BHFsl*		●	●	●	●
POLF	Posição de retrocesso LIFTFAST	*PGsl/PGAsl* Retrocesso rápido para rosqueamento (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Página 267)	m	●	●	●	●
POLFA	Início da posição de retrocesso dos eixos individuais com $AA_ESR_TRIGGER	*PGsl* Retrocesso rápido para rosqueamento (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Página 267)	m	●	●	●	●
POLFMASK	Liberar eixos para o retrocesso sem haver relação entre eixos	*PGsl* Retrocesso rápido para rosqueamento (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Página 267)	m	●	●	●	●
POLFMLIN	Liberação de eixos para o retrocesso com relação linear entre os eixos	*PGsl* Retrocesso rápido para rosqueamento (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Página 267)	m	●	●	●	●
POLY	Interpolação de polinômios	*PGAsl*	m	-	-	-	-
POLYPATH	A interpolação de polinômios pode ser selecionada para os grupos de eixos AXIS ou VECT	*PGAsl*	m	-	-	-	-
PON	Estampagem ON	*PGAsl*	m	-	-	-	-

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
PONS	Estampagem ON no ciclo IPO	*PGAsl*	m	-	-	-	-
POS	Posicionamento de eixo	*PGsl* Deslocar eixos de posicionamento (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Página 118)		●	●	●	●
POSA	Posicionamento de eixo além dos limites de bloco	*PGsl* Deslocar eixos de posicionamento (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Página 118)		●	●	●	●
POSM	Posicionamento do magazine	*FBW*		●	●	●	●
POSP	Posicionamento em segmentos (oscilação)	*PGsl* Deslocar eixos de posicionamento (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Página 118)		●	●	●	●
POSRANGE	Determinação se a atual posição nominal interpolada de um eixo encontra-se em uma janela e uma posição de referência pré-definida	*PGAsl*		●	●	●	●
POT	Quadrado (função aritmética)	*PGAsl*		●	●	●	●
PR	Por rotação	*PGsl* Aproximação e afastamento (G140 até G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD, PM, PR) (Página 298)		●	●	●	●
PREPRO	Identificação de subrotinas com preparação	*PGAsl*		●	●	●	●
PRESETON	Definição de valores reais para eixos programados	*PGAsl*		●	●	●	●
PRIO	Palavra-chave para definir a prioridade no tratamento de interrupções	*PGAsl*		●	●	●	●
PROC	Primeira instrução de um programa	*PGAsl*		●	●	●	●
PTP	Movimento ponto a ponto	*PGAsl*	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
PTPG0	Movimento ponto a ponto somente com G0, senão CP	*PGAsl*	m	●	●	●	●
PUNCHACC	Aceleração em função do curso para puncionamento	*PGAsl*		-	-	-	-
PUTFTOC	Correção fina de ferramenta para dressagem paralela	*PGAsl*		●	●	●	●
PUTFTOCF	Correção fina de ferramenta em função de uma função definida com FCTDEF para dressagem paralela	*PGAsl*		●	●	●	●
PW	B-Spline, peso do ponto	*PGAsl*	b	-	○	-	○
QECLRNOF	Aprendizado da compensação de erro de quadrante OFF	*PGAsl*		●	●	●	●
QECLRNON	Aprendizado da compensação de erro de quadrante ON	*PGAsl*		●	●	●	●
QU	Emissão rápida de função (auxiliar) adicional	*PGsl* Transferência de funções auxiliares (Página 383)		●	●	●	●
R...	Parâmetro de cálculo também como identificador de eixo ajustável e com extensão numérica	*PGAsl*		●	●	●	●
RAC	Programação de raio específica de eixo, absoluta e por blocos	*PGsl* Programação em diâmetro/raio específica de eixo (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Página 183)	b	●	●	●	●
RDISABLE	Bloqueio de leitura (entrada)	*PGAsl*		●	●	●	●
READ	Lê uma ou várias linhas de um arquivo especificado e carrega estas informações no campo	*PGAsl*		●	●	●	●
REAL	Tipo de dado: Variável de vírgula flutuante com sinal (números reais)	*PGAsl*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
REDEF	Ajuste para dados de máquina, elementos de linguagem NC e variáveis de sistema que são exibidos para determinados grupos de usuários	*PGAsl*		●	●	●	●
RELEASE	Liberação de eixos de máquina para troca de eixos	*PGAsl*		●	●	●	●
REP	Palavra-chave para inicialização de todos elementos de um campo com o mesmo valor	*PGAsl*		●	●	●	●
REPEAT	Repetição de um loop de programa	*PGAsl*		●	●	●	●
REPEATB	Repetição de uma linha do programa	*PGAsl*		●	●	●	●
REPOSA	Reaproximação até o contorno linear com todos os eixos	*PGAsl*	b	●	●	●	●
REPOSH	Reaproximação até o contorno com semicírculo	*PGAsl*	b	●	●	●	●
REPOSHA	Reaproximação até o contorno com todos os eixos; eixos geométricos em semicírculo	*PGAsl*	b	●	●	●	●
REPOSL	Reaproximação até o contorno linear	*PGAsl*	b	●	●	●	●
REPOSQ	Reaproximação até o contorno em quadrante	*PGAsl*	b	●	●	●	●
REPOSQA	Reaproximação até o contorno linear com todos os eixos; eixos geométricos em quadrante	*PGAsl*	b	●	●	●	●
RESET	Resetamento de ciclo de tecnologia	*PGAsl*		●	●	●	●
RESETMON	Comando de linguagem para ativação de valor nominal	*FBW*		●	●	●	●
RET	Fim de subrotina	*PGAsl*		●	●	●	●
RIC	Programação em raio relativa por bloco e específica de eixo	*PGsl*	b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
RINDEX	Determinação do índice de um caractere na String de entrada	*PGAsl*		●	●	●	●
RMB	Reaproximação no ponto inicial do bloco	*PGAsl*	m	●	●	●	●
RME	Reaproximação no ponto final do bloco	*PGAsl*	m	●	●	●	●
RMI 4)	Reaproximação no ponto de interrupção	*PGAsl*	m	●	●	●	●
RMN	Reaproximação no ponto de percurso mais próximo	*PGAsl*	m	●	●	●	●
RND	Arredondamento do canto do contorno	*PGsl* Chanfro, arredondamento (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Página 271)	b	●	●	●	●
RNDM	Arredondamento modal	*PGsl* Chanfro, arredondamento (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Página 271)	m	●	●	●	●
ROT	Rotação programável	*PGsl* Rotação programável (ROT, AROT, RPL) (Página 354)	b	●	●	●	●
ROTS	Rotações de Frame programáveis com ângulos espaciais	*PGsl* Rotações de Frame programá-veis com ângulos espaciais (ROTS, AROTS, CROTS) (Página 365)	b	●	●	●	●
ROUND	Arredondamento das casas decimais	*PGAsl*		●	●	●	●
ROUNDUP	Arredondamento para cima de um valor de entrada	*PGAsl*		●	●	●	●
RP	Raio polar	*PGsl* Comandos de deslocamento com coordenadas polares (G0, G1, G2, G3, AP, RP) (Página 197)	m/b	●	●	●	●
RPL	Rotação no plano	*PGsl* Rotações de Frame programá-veis com ângulos espaciais (ROTS, AROTS, CROTS) (Página 365)	b	●	●	●	●
RT	Parâmetro para acesso aos dados de Frame: Rotação	*PGAsl*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
RTLIOF	G0 sem interpolação linear (interpolação de eixos individuais)	*PGs*/ Movimento de avanço rápido (G0, RTLION, RTLIOF) (Página 201)	m	●	●	●	●
RTLION	G0 com interpolação linear	*PGs*/ Movimento de avanço rápido (G0, RTLION, RTLIOF) (Página 201)	m	●	●	●	●
S	Rotação do fuso (com G4, H96/G961 tem outro significado)	*PGs*/ Rotação do fuso (S), sentido de giro do fuso (M3, M4, M5) (Página 89)	m/b	●	●	●	●
SAVE	Atributo para salvar informações em chamadas de subrotinas	*PGAs*/		●	●	●	●
SBLOF	Supressão de bloco a bloco	*PGAs*/		●	●	●	●
SBLON	Cancelamento da supressão de bloco a bloco	*PGAs*/		●	●	●	●
SC	Parâmetro para acesso aos dados de Frame: Escala	*PGAs*/		●	●	●	●
SCALE	Escala programável	*PGs*/ Fator de escala programável (SCALE, ASCALE) (Página 366)	b	●	●	●	●
SCC	Atribuição seletiva de um eixo transversal ao G96/ G961/G962. Os identificadores de eixo podem ser de eixo geométrico, de canal ou de máquina.	*PGs*/ Velocidade de corte constante (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Página 100)		●	●	●	●
SCPARA	Programação de bloco de parâmetros servo	*PGAs*/		●	●	●	●
SD	Grau de Spline	*PGAs*/	b	-	○	-	○
SEFORM	Instrução de estruturação no editor Step, para gerar a exibição de passos para HMI-Advanced	*PGAs*/		●	●	●	●
SET	Palavra-chave para inicialização de todos elementos de um campo com valores listados	*PGAs*/		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
SETAL	Definição de alarme	*PGAsl*		●	●	●	●
SETDNO	Atribuição de número D do corte (CE) de uma ferramenta (T)	*PGAsl*		●	●	●	●
SETINT	Definição de qual rotina de interrupção deverá ser ativada quando existir uma entrada NCK	*PGAsl*		●	●	●	●
SETM	Definição de marcadores em canal próprio	PGAsl		-	-	-	-
SETMS	Retorna para o fuso mestre definido no dado de máquina	Rotação do fuso (S), sentido de giro do fuso (M3, M4, M5) (Página 89)		●	●	●	●
SETMS(n)	O fuso n deve valer como fuso mestre	*PGsl* Rotação do fuso (S), sentido de giro do fuso (M3, M4, M5) (Página 89)		●	●	●	●
SETMTH	Definição de número de porta-ferramenta mestre	*FBW*		●	●	●	●
SETPIECE	Consideração do número de peças para todas ferramentas atribuídas ao fuso	*FBW*		●	●	●	●
SETTA	Definição de uma ferramenta do grupo de desgaste como ativa	*FBW*		●	●	●	●
SETTCOR	Alteração de componentes de ferramenta sob consideração de todas condições gerais	*FB1(W1)*		●	●	●	●
SETTIA	Definição de uma ferramenta do grupo de desgaste como inativa	*FBW*		●	●	●	●
SF	Deslocamento do ponto de partida para rosqueamento	*PGsl* Rosqueamento com passo constante (G33, SF) (Página 249)	m	●	●	●	●
SIN	Seno (função trigonométrica)	*PGAsl*		●	●	●	●
SIRELAY	Ativação das funções de segurança parametrizadas com SIRELIN, SIRELOUT e SIRELTIME	*FBSIsl*		-	-	-	-
SIRELIN	Inicialização de grandezas de entrada do módulo de função	*FBSIsl*		-	-	-	-

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
SIRELOUT	Inicialização de grandezas de saída do módulo de função	*FBSIsl*		-	-	-	-
SIRELTIME	Inicialização do Timer do módulo de função	*FBSIsl*		-	-	-	-
SLOT1	Ciclo de modelo de fresamento, ranhuras em uma circunferência	*BHDsl/BHFsl*		●	●	●	●
SLOT2	Ciclo de modelo de fresamento, ranhura circular	*BHDsl/BHFsl*		●	●	●	●
SOFT	Aceleração de trajetória suave	*PGsl* Modo de aceleração (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) (Página 412)	m	●	●	●	●
SOFTA	Ativação da aceleração de eixo brusca para os eixos programados	*PGsl* Modo de aceleração (BRISK, BRISKA, SOFT, SOFTA, DRIVE, DRIVEA) (Página 412)		●	●	●	●
SON	Puncionamento ON	*PGAsl*	m	-	-	-	-
SONS	Puncionamento ON no ciclo IPO	*PGAsl*	m	-	-	-	-
SPATH [4]	A referência de percurso para eixos FGROUP é o comprimento do arco	*PGAsl*	m	●	●	●	●
SPCOF	Comutação do fuso mestre ou fuso (n) de controle de posição para controle de rotação	*PGsl* Operação de fuso com controle de posição (SPCON, SPCOF) (Página 122)	m	●	●	●	●
SPCON	Comutação do fuso mestre ou fuso (n) de controle de rotação para controle de posição	*PGAsl* Operação de fuso com controle de posição (SPCON, SPCOF) (Página 122)	m	●	●	●	●
SPI	Converte o número de fuso em identificador de eixo	*PGAsl*		●	●	●	●
SPIF1 [4]	Entradas/saídas NCK rápidas para estampagem/puncionamento Byte 1	*FB2(N4)*	m	-	-	-	-
SPIF2	Entradas/saídas NCK rápidas para estampagem/puncionamento Byte 2	*FB2(N4)*	m	-	-	-	-
SPLINEPATH	Definição de grupo de Spline	*PGAsl*		-	○	-	○

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
SPN	Número de trechos por bloco	*PGAsl*	b	-	-	-	-
SPOF 4)	Curso OFF, estampagem, puncionamento OFF	*PGAsl*	m	-	-	-	-
SPOS	Posição do fuso	*PGsl* Posicionamento de fusos (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS) (Página 123)	m	●	●	●	●
SPOSA	Posição do fuso além dos limites do bloco	*PGsl* Posicionamento de fusos (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS) (Página 123)	m	●	●	●	●
SPP	Comprimento de um trecho	*PGAsl*	m	-	-	-	-
SQRT	Raiz quadrada (função aritmética) (square root)	*PGAsl*		●	●	●	●
SR	Curso de retrocesso oscilante para ação síncrona	*PGsl* Vários valores de avanço em um bloco (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) (Página 147)	b	-	-	-	-
SRA	Curso de retrocesso oscilante na entrada externa axial para ação síncrona	*PGsl* Vários valores de avanço em um bloco (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) (Página 147)	m	-	-	-	-
ST	Tempo de passada final oscilante para ação síncrona	*PGsl* Vários valores de avanço em um bloco (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) (Página 147)	b	-	-	-	-
STA	Tempo de passada final oscilante axial para ação síncrona	*PGsl* Vários valores de avanço em um bloco (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) (Página 147)	m	-	-	-	-
START	Inicialização dos programas selecionados em vários canais, simultaneamente a partir do programa em andamento	*PGAsl*		-	-	-	-
STARTFIFO 4)	Execução; paralelo à isso, abastecimento da memória de pré-processamento	*PGAsl*	m	●	●	●	●
STAT	Posição das articulações	*PGAsl*	b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
STOLF	Fator de tolerância G0	*PGAs*/	m	-	-	-	-
STOPFIFO	Parada do processamento; abastecimento da memória de pré-processamento até ser detectado o STARTFIFO, memória cheia ou fim de programa	*PGAs*/	m	●	●	●	●
STOPRE	Parada de pré-processamento até todos os bloco preparados serem executados pelo processamento principal	*PGAs*/		●	●	●	●
STOPREOF	Cancelamento da parada de pré-processamento	*PGAs*/		●	●	●	●
STRING	Tipo de dado: Sequência de caracteres	*PGAs*/		●	●	●	●
STRINGFELD	Seleção de um caractere individual a partir do campo de String programado	*PGAs*/		●	●	●	●
STRINGIS	Verifica o escopo de linguagem NC disponível e especialmente verifica a existência, validade, definição e ativação dos nomes de ciclo NC, variáveis de usuário, macros e nomes de Label pertencentes a este comando.	*PGAs*/		●	●	●	●
STRINGVAR	Seleção de um caractere individual a partir da String programada	*PGAs*/		-	-	-	-
STRLEN	Determinação do comprimento de uma String	*PGAs*/		●	●	●	●
SUBSTR	Determinação do índice de um caractere na String de entrada	*PGAs*/		●	●	●	●
SUPA	Supressão do atual deslocamento de ponto zero, inclusive os deslocamentos programados, Frames de sistema, deslocamentos com manivela eletrônica (DRF), deslocamento de ponto zero externo e movimento sobreposto	*PGs*/ Desselecionar Frame (G53, G153, SUPA, G500) (Página 378)	b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
SVC	Velocidade de corte da ferramenta	*PGs/* Velocidade de corte (SVC) (Página 93)	m	●	●	●	●
SYNFCT	Avaliação de um polinômio em função de uma condição na ação síncrona de movimentos	*PGAs/*		●	●	●	●
SYNR	A leitura da variável é síncrona, isto é, ocorre no momento da execução	*PGAs/*		●	●	●	●
SYNRW	A leitura e gravação da variável são sincronizadas, isto é, ocorrem no momento da execução	*PGAs/*		●	●	●	●
SYNW	A gravação da variável é sincronizada, isto é, ocorre no momento da execução	*PGAs/*		●	●	●	●
T	Chamada de ferramenta (a troca somente ocorre se estiver definida no dado de máquina; senão será necessário o comando M6)	*PGs/* Troca de ferramentas com comando T (Página 58)		●	●	●	●
TAN	Tangente (função trigonométrica)	*PGAs/*		●	●	●	●
TANG	Definição do grupo de eixos do acompanhamento tangencial	*PGAs/*		-	-	-	-
TANGDEL	Cancelamento da definição do grupo de eixos do acompanhamento tangencial	*PGAs/*		-	-	-	-
TANGOF	Acompanhamento tangencial OFF	*PGAs/*		-	-	-	-
TANGON	Acompanhamento tangencial ON	*PGAs/*		-	-	-	-
TCA	Seleção de ferramenta / troca de ferramentas independente do estado da ferramenta	*FBW*		●	●	●	●
TCARR	Solicitação de porta-ferramenta (número "m")	*PGAs/*		-	●	-	●
TCI	Troca a ferramenta do alojamento intermediário para o magazine	*FBW*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1)]	W [2)]	828D [3)]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
TCOABS [4)]	Determinação de componentes de comprimento da ferramenta a partir da atual orientação de ferramenta	*PGAsl*	m	-	●	-	●
TCOFR	Determinação de componentes de comprimento da ferramenta a partir da orientação do Frame ativo	*PGAsl*	m	-	●	-	●
TCOFRX	Determinação da orientação de ferramenta de um Frame ativo na seleção de ferramenta, a ferramenta aponta para o sentido X	*PGAsl*	m	-	●	-	●
TCOFRY	Determinação da orientação de ferramenta de um Frame ativo na seleção de ferramenta, a ferramenta aponta para o sentido Y	*PGAsl*	m	-	●	-	●
TCOFRZ	Determinação da orientação de ferramenta de um Frame ativo na seleção de ferramenta, a ferramenta aponta para o sentido Z	*PGAsl*	m	-	●	-	●
THETA	Ângulo de giro	*PGAsl*	b	●	●	●	●
TILT	Ângulo lateral	*PGAsl*	m	●	●	●	●
TLIFT	Inserção de bloco intermediário em cantos de contorno para controle tangencial	*PGAsl*		-	-	-	-
TMOF	Cancelamento da monitoração de ferramentas	*PGAsl*		●	●	●	●
TMON	Ativação da monitoração de ferramentas	*PGAsl*		●	●	●	●
TO	Identifica o valor final em um loop de contagem FOR	*PGAsl*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
TOFF	Offset de comprimento de ferramenta no sentido do componente de comprimento da ferramenta, que atua paralelo ao eixo geométrico especificado no índice.	*PGsl* Offset programável de correção de ferramenta (TOFFL, TOFF, TOFFR) (Página 84)	m	●	●	●	●
TOFFL	Offset de comprimento de ferramenta no sentido do componente de comprimento da ferramenta L1, L2 ou L3	*PGsl* Offset programável de correção de ferramenta (TOFFL, TOFF, TOFFR) (Página 84)	m	●	●	●	●
TOFFOF	Resetamento da correção de comprimento de ferramenta Online	*PGAsl*		●	●	●	●
TOFFON	Ativação da correção de comprimento de ferramenta Online	*PGAsl*		●	●	●	●
TOFFR	Offset do raio da ferramenta	*PGsl* Offset programável de correção de ferramenta (TOFFL, TOFF, TOFFR) (Página 84)	m	●	●	●	●
TOFRAME	Alinhamento do eixo Z do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta	*PGsl* Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Página 375)	m	●	●	●	●
TOFRAMEX	Alinhamento do eixo X do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta	*PGsl* Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Página 375)	m	●	●	●	●
TOFRAMEY	Alinhamento do eixo Y do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta	*PGsl* Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Página 375)	m	●	●	●	●
TOFRAMEZ	Como o TOFRAME	*PGsl* Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Página 375)	m	●	●	●	●
TOLOWER	Transformação das letras de uma String em letras minúsculas	*PGAsl*		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
TOOLENV	Salvamento dos atuais estados importantes para a avaliação dos dados de ferramenta armazenados na memória	*FB1(W1)*		●	●	●	●
TOROT	Alinhamento do eixo Z do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferra-menta	*PGsl* Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Página 375)	m	●	●	●	●
TOROTOF	Rotações de Frame no sentido da ferramenta OFF	*PGsl* Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Página 375)	m	●	●	●	●
TOROTX	Alinhamento do eixo X do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferra-menta	*PGsl* Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Página 375)	m	●	●	●	●
TOROTY	Alinhamento do eixo Y do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferra-menta	*PGsl* Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Página 375)	m	●	●	●	●
TOROTZ	como o TOROT	*PGsl* Criação de Frame por orientação de ferramenta (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Página 375)	m	●	●	●	●
TOUPPER	Transformação das letras de uma String em letras maiúsculas	*PGAsl*		●	●	●	●
TOWBCS	Valores de desgaste no sistema de coordenadas básico (BCS)	*PGAsl*	m	-	●	-	●
TOWKCS	Valores de desgaste no sistema de coordenadas do cabeçote da ferramen-ta para transformação cinemática (difere do MCS pela rotação da ferramenta)	*PGAsl*	m	-	●	-	●
TOWMCS	Valores de desgaste no sistema de coordenadas da máquina (MCS)	*PGAsl*	m	-	●	-	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
TOWSTD	Valor de posição inicial para correções no comprimento da ferramenta	*PGAsl*	m	-	●	-	●
TOWTCS	Valores de desgaste no sistema de coordenadas da ferramenta (ponto de referência do porta-ferramenta T no assento do porta-ferramenta)	*PGAsl*	m	-	●	-	●
TOWWCS	Valores de desgaste no sistema de coordenadas da peça de trabalho (WCS)	*PGAsl*	m	-	●	-	●
TR	Componente de deslocamento em uma variável Frame	*PGAsl*		●	●	●	●
TRAANG	Transformação de eixo inclinado	*PGAsl*		-	-	○	-
TRACON	Transformação concatenada	*PGAsl*		-	-	○	-
TRACYL	Cilindro: Transformação de superfície periférica	*PGAsl*		○	○	○	○
TRAFOOF	Desativação das transformações ativas no canal	*PGAsl*		●	●	●	●
TRAILOF	Movimento acoplado assíncrono de eixo OFF	*PGAsl*		●	●	●	●
TRAILON	Movimento acoplado assíncrono de eixo ON	*PGAsl*		●	●	●	●
TRANS	Deslocamento programável	*PGsl* Deslocamento de ponto zero (TRANS, ATRANS) (Página 347)	b	●	●	●	●
TRANSMIT	Transformação polar (usinagem de face)	*PGAsl*		○	○	○	○
TRAORI	Transformação de 4 e 5 eixos, transformação genérica	*PGAsl*		-	●	-	●
TRUE	Constante lógica: verdadeiro	*PGAsl*		●	●	●	●
TRUNC	Corte das casas decimais	*PGAsl*		●	●	●	●
TU	Ângulo do eixo	*PGAsl*	b	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja 1)	W 2)	828D 3)			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
TURN	Número de voltas para linha helicoidal	*PGs/* Interpolação helicoidal (G2/G3, TURN) (Página 229)	b	●	●	●	●
ULI	Valor limite superior de variáveis	*PGAs/*		●	●	●	●
UNLOCK	Liberação de ação síncrona com ID (continuação do ciclo de tecnologia)	*PGAs/*		●	●	●	●
UNTIL	Condição para finalização de um loop REPEAT	*PGAs/*		●	●	●	●
UPATH	A referência de percurso para eixos FGROUP é o parâmetro de curva	*PGAs/*	m	●	●	●	●
VAR	Palavra-chave: Tipo de transferência de parâmetros	*PGAs/*		●	●	●	●
VELOLIM	Redução da velocidade axial máxima	*PGAs/*	m	●	●	●	●
VELOLIMA	Redução ou aceleração da velocidade axial máxima do eixo escravo	*PGs/* Influência da aceleração em eixos escravos (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA) (Página 415)	m	●	●	●	●
WAITC	Espera até o critério de mudança de blocos de acoplamento ser preenchido para os eixos / fusos	*PGAs/*		-	-	○	-
WAITE	Espera pelo fim do programa em outro canal.	*PGAs/*		-	-	-	-
WAITENC	Espera pelas posições de eixo sincronizadas e restauradas	*PGAs/*		-	-	-	-
WAITM	Espera pelo marcador no canal especificado; finaliza o bloco especificado com parada exata.	*PGAs/*		-	-	-	-
WAITMC	Espera pelo marcador no canal especif.; parada exata somente se os outros canais ainda não alcançaram o marcador.	*PGAs/*		-	-	-	-
WAITP	Espera pelo fim do deslocamento do eixo de posicionamento	*PGs/* Deslocar eixos de posicionamento (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Página 118)		●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
WAITS	Espera para alcançar a posição do fuso	*PGsl* Posicionamento de fusos (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS) (Página 123)		●	●	●	●
WALCS0	Limite da área de trabalho WCS desativado	*PGsl* Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Página 398)	m	●	●	●	●
WALCS1	Grupo de limite de área de trabalho WCS 1 ativo	*PGsl* Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Página 398)	m	●	●	●	●
WALCS2	Grupo de limite de área de trabalho WCS 2 ativo	*PGsl* Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Página 398)	m	●	●	●	●
WALCS3	Grupo de limite de área de trabalho WCS 3 ativo	*PGsl* Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Página 398)	m	●	●	●	●
WALCS4	Grupo de limite de área de trabalho WCS 4 ativo	*PGsl* Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Página 398)	m	●	●	●	●
WALCS5	Grupo de limite de área de trabalho WCS 5 ativo	*PGsl* Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Página 398)	m	●	●	●	●
WALCS6	Grupo de limite de área de trabalho WCS 6 ativo	*PGsl* Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Página 398)	m	●	●	●	●
WALCS7	Grupo de limite de área de trabalho WCS 7 ativo	*PGsl* Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Página 398)	m	●	●	●	●
WALCS8	Grupo de limite de área de trabalho WCS 8 ativo	*PGsl* Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Página 398)	m	●	●	●	●
WALCS9	Grupo de limite de área de trabalho WCS 9 ativo	*PGsl* Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Página 398)	m	●	●	●	●

Instrução	Significado	Para descrição veja [1]	W [2]	828D [3]			
				PPU260 / 261		PPU280 / 281	
				D	F	D	F
WALCS10	Grupo de limite de área de trabalho WCS 10 ativo	*PGs*/ Limite de área de trabalho em WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Página 398)	m	●	●	●	●
WALIMOF	Limite da área de trabalho no BCS OFF	*PGs*/ Limite de área de trabalho em BCS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) (Página 394)	m	●	●	●	●
WALIMON [4]	Limite da área de trabalho no BCS ON	*PGs*/ Limite de área de trabalho em BCS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) (Página 394)	m	●	●	●	●
WHEN	A ação é executada ciclicamente enquanto a condição for preenchida.	*PGAs*/		●	●	●	●
WHENEVER	A ação é executada apenas uma vez quando a condição for preenchida.	*PGAs*/		●	●	●	●
WHILE	Início do loop de programa WHILE	*PGAs*/		●	●	●	●
WRITE	Gravação de texto no sistema de arquivos. Anexa um bloco no fim do arquivo especificado.	*PGAs*/		●	●	●	●
WRTPR	Retardamento da tarefa de usinagem sem interromper o modo de controle da trajetória	*PGAs*/ Gravação de String na variável BTSS (WRTPR) (Página 393)		●	●	●	●
X	Nome de eixo	*PGs*/ Comandos de deslocamento com coordenadas cartesianas (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...) (Página 193)	m/b	●	●	●	●
XOR	OU lógico exclusivo	*PGAs*/		●	●	●	●
Y	Nome de eixo	*PGs*/ Comandos de deslocamento com coordenadas cartesianas (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...) (Página 193)	m/b	●	●	●	●
Z	Nome de eixo	*PGs*/ Comandos de deslocamento com coordenadas cartesianas (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...) (Página 193)	m/b	●	●	●	●

16.2 Endereços

Lista dos endereços

A lista dos endereços é composta por:

- Letras de endereço
- Endereços fixos
- Endereços fixos com extensão de eixo
- Endereços ajustáveis

Letras de endereço

As letras de endereço disponíveis são:

Letra	Significado	Extensão numérica
A	Identificador de endereço ajustável	x
B	Identificador de endereço ajustável	x
C	Identificador de endereço ajustável	x
D	Ativação/desativação da correção de comprimento de ferramenta, corte de ferramenta	
E	Identificador de endereço ajustável	
F	Avanço Tempo de espera em segundos	x
G	Função G	
H	Função H	x
I	Identificador de endereço ajustável	x
J	Identificador de endereço ajustável	x
K	Identificador de endereço ajustável	x
L	Subrotina, chamada de	
M	Função M	x
N	Número de bloco secundário	
O	livre	
P	Número de execuções do programa	
Q	Identificador de endereço ajustável	x
R	Identificador de variável (parâmetro de cálculo)/identificador de endereço ajustável sem número. Ampliação	x
S	Valor de fuso Tempo de espera em rotações do fuso	x x
T	Número de ferramenta	x
U	Identificador de endereço ajustável	x
V	Identificador de endereço ajustável	x
W	Identificador de endereço ajustável	x
X	Identificador de endereço ajustável	x
Y	Identificador de endereço ajustável	x

Letra	Significado	Extensão numérica
Z	Identificador de endereço ajustável	x
%	Caractere inicial e de separação para transmissão de arquivos	
:	Número de bloco principal	
/	Identificação de salto	

Endereços fixos disponíveis

Identifica-dor de endereço	Tipo de endereço	Modal/ por bloco	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Tipo de dado
L	Número de subrotina.	b									Integer sem sinal
P	Número de execuções de subrotina	b									Integer sem sinal
N	Número de bloco	b									Integer sem sinal
G	Função G	veja a lista de funçõe s G									Integer sem sinal
F	Avanço, tem-po de espera	m, b	x							x	Real sem sinal
OVR	Override	m									Real sem sinal
S	Fuso, tempo de espera	m,b								x	Real sem sinal
SPOS	Posição do fuso	m	x	x	x						Real
SPOSA	Posição de fuso além dos limites do bloco	m	x	x	x						Real
T	Número de ferramenta	m								x	Integer sem sinal
D	Número da correção	m								x	Integer sem sinal
M, H,	Funções auxiliares	b								x	M: Integer sem sinal H: Real

Endereços fixos com extensão de eixo

Identificador de endereço	Tipo de endereço	Modal ou por bloco	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Tipo de dado
AX: Axis	Identificador variável de eixo	*)	x	x	x	x	x	x			Real
IP: Parâmetro de interpolação	Parâmetro de interpolação variável	b	x	x	x	x	x				Real
POS: Positioning axis	Eixo de posicionamento	m	x	x	x	x	x	x	x		Real
POSA: Positioning axis above end of block	Eixo de posicionamento além dos limites de bloco	m	x	x	x	x	x	x	x		Real
POSP: Positioning axis in parts	Posicionamento em segmentos (oscilação)	m	x	x	x	x	x	x			Real: Posição final/ Real: Comprimento parcial Integer: Opção
PO: Polinômio	Coeficiente de polinômio	b	x	x							Real sem sinal
FA: Feed axial	Avanço axial	m	x							x	Real sem sinal
FL: Feed limit	Avanço limite axial	m	x								Real sem sinal
OVRA: Override	Override (correção) axial	m	x								Real sem sinal
ACC: Acceleration axial	Aceleração axial	m									Real sem sinal
FMA: Feed multiple axial	Avanço sincronizado axial	m	x								Real sem sinal
STA: Sparking out time axial	Tempo de passada final axial	m									Real sem sinal
SRA: Sparking out retract	Curso de retrocesso com entrada externa por eixo	m	x	x							Real sem sinal
OS: Oscillating on/off	Oscilação ativada/desativada	m									Integer sem sinal

Identificador de endereço	Tipo de endereço	Modal ou por bloco	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Tipo de dado
OST1: Oscillating time 1	Tempo de parada no ponto de reversão esquerdo (oscilação)	m									Real
OST2: Oscillating time 2	Tempo de parada no ponto de reversão direito (oscilação)	m									Real
OSP1: Oscillating Position 1	Ponto de reversão esquerdo (oscilação)	m	x	x	x	x	x	x			Real
OSP2: Oscillating Position 2	Ponto de reversão direito (oscilação)	m	x	x	x	x	x	x			Real
OSB: Oscillating start position	Ponto de partida da oscilação	m	x	x	x	x	x	x			Real
OSE: Oscillating end position	Ponto final da oscilação	m	x	x	x	x	x	x			Real
OSNSC: Oscillating: number spark out cycles	Número de passadas finais da oscilação	m									Integer sem sinal
OSCTRL: Oscillating control	Opções da oscilação	m									Integer sem sinal: Opções de definição, Integer sem sinal: Opções de resetamento
OSCILL: Oscillating	Atribuição de eixos para oscilação, ativação da oscilação	m									Axis: 1 - 3 eixos de penetração
FDA: Feed DRF axial	Avanço axial para sobreposição de manivela eletrônica	b	x								Real sem sinal
FGREF	Raio de referência	m	x	x							Real sem sinal

Identifica-dor de endereço	Tipo de endereço	Modal ou por bloco	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Tipo de dado
POLF	Posição LIFTFAST	m	x	x							Real sem sinal
FXS: Fixed stop	Deslocamento até o encosto fixo ativado	m									Integer sem sinal
FXST: Fixed stop torque	Limite de tor-que para des-locamento até o encosto fixo	m									Real
FXSW: Fixed stop window	Janela de monitoração para desloca-mento até o encosto fixo	m									Real

Nestes endereços é indicado um eixo ou uma expressão tipo eixo entre colchetes. O tipo de dado na coluna direita é o tipo do valor atribuído.
*) Pontos finais absolutos: modal, pontos finais incrementais: por bloco; senão modal/por bloco em função da determinação de sintaxe da função G.

Endereços ajustáveis

Identificador de endereço	Tipo de endereço	Modal/ por bloco	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Quan-tidade máx.	Tipo de dado
Valores de eixo e pontos finais												
X, Y, Z, A, B, C	Eixo	*)	x	x	x	x	x	x		8		Real
AP: Angle polar	Ângulo polar	m/b*	x	x	x					1		Real
RP: Radius polar	Raio polar	m/b*	x	x	x	x	x			1		Real sem sinal
Orientação da ferramenta												
A2, B2, C2 [1])	Ângulo euleriano ou ângulo RPY	b								3		Real
A3, B3, C3	Componen-te de vetor de direção	b								3		Real
A4, B4, C4 para início de bloco	Componen-te de vetor normal	b								3		Real

Identificador de endereço	Tipo de endereço	Modal/ por bloco	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Quan-tidade máx.	Tipo de dado
A5, B5, C5 para fim de bloco	Componen-te de vetor normal	s								3		Real
A6, B6, C6 do vetor normalizado	Componen-te de vetor de direção	b								3		Real
A7, B7, C7 do vetor normalizado	Componen-te de orien-tação inter-mediário	b								3		Real
LEAD: Lead Angle	Ângulo de avanço	m								1		Real
THETA: terceiro grau de liberdade da orientação da ferramenta	Ângulo de rotação, rotação em torno do sentido da ferramenta	b			x	x	x			1		Real
TILT: Tilt Angle	Ângulo lateral	m								1		Real
ORIS: Orientation Smoothing Factor	Alteração de orienta-ção (relati-va à traje-tória)	m								1		Real
Parâmetro de interpolação												
I, J, K** I1, J1, K1	Parâmetro de interpo-lação Coordena-da de ponto interme-diário	b b	x x	x x	 x	x** x	x** x			3		Real Real
RPL: Rotation plane	Rotação no plano	b								1		Real
CR: Circle -Radius	Raio do círculo	b	x	x						1		Real sem sinal
AR: Angle circular	Ângulo de abertura									1		Real sem sinal
TURN	Número de voltas para linha espiral	b								1		Integer sem sinal
PL: Parameter - Interval - Length	Parâmetro - Intervalo - Compri-mento	b								1		Real sem sinal

Identificador de endereço	Tipo de endereço	Modal/ por bloco	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Quan- tidade máx.	Tipo de dado
PW: Point - Weight	Peso do ponto	b								1		Real sem sinal
SD: Spline - Degree	Grau de Spline	b								1		Integer sem sinal
TU: Turn	Turn	m										Int. sem sinal
STAT: State	State	m										Integer sem sinal
SF: Spindle offset	Desloca- mento de ponto zero para ros- queamento	m								1		Real
DISR: Distance for repositioning	Distância de reposi- cionamento	b	x	x						1		Real sem sinal
DISPR: Distance path for repositioning	Diferença de trajetória de reposi- cionamento	b	x	x						1		Real sem sinal
ALF: Angle lift fast	Ângulo de retração rápida	m								1		Integer sem sinal
DILF: Distance lift fast	Distância de retração rápida	m	x	x						1		Real
FP	Ponto fixo: Nº do ponto fixo a ser aproxim.	s								1		Integer sem sinal
RNDM: Round modal	Arredonda- mento modal	m	x	x						1		Real sem sinal
RND: Round	Arredonda- mento por blocos	b	x	x						1		Real sem sinal
CHF: Chamfer	Chanfro por blocos	b	x	x						1		Real sem sinal
CHR: Chamfer	Chanfro no sentido original do movimento	b	x	x						1		Real sem sinal
ANG: Angle	Ângulo de sucessão de elemen- tos de contorno	b								1		Real

Identificador de endereço	Tipo de endereço	Modal/ por bloco	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Quan- tidade máx.	Tipo de dado
ISD: Insertion depth	Profundida- de de imersão	m	x	x						1		Real
DISC: Distance	Aceleração do círculo de transi- ção, corre- ção da ferramenta	m	x	x						1		Real sem sinal
OFFN	Contorno Offset - normal	m	x	x						1		Real
DITS	Curso de entrada da rosca	m	x	x						1		Real
DITE	Curso de saída da rosca	m	x	x						1		Real
Estampagem/puncionamento												
SPN: Stroke/Punch Number 1)	Número de trechos por bloco	b								1		INT
SPP: Stroke/Punch Path 1)	Compri- mento de um trecho	m								1		Real
Retificação												
ST: Sparking out time	Tempo de passada final	b								1		Real sem sinal
SR: Sparking out retract path	Curso de retrocesso	b	x	x						1		Real sem sinal
Critérios de suavização												
ADIS	Distância de suaviza- ção	m	x	x						1		Real sem sinal
ADISPOS	Distância de suaviza- ção para avanço rápido	m	x	x						1		Real sem sinal

Identificador de endereço	Tipo de endereço	Modal/ por bloco	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Quan- tidade máx.	Tipo de dado
Medição												
MEAS: Measure	Medição com apal- pador comutável	b								1		Integer sem sinal
MEAW: Measure without deleting distance to go	Medição com apal- pador comutável sem anula- ção de curso restante	b								1		Integer sem sinal
Comportamento de eixos e de fusos												
LIMS: Limit spindle speed	Limitação de rotação do fuso	m								1		Real sem sinal
Avanços												
FAD	Velocidade do movi- mento de penetração lento	b		x						1		Real sem sinal
FD: Feed DRF	Avanço de trajetória para sobre- posição com manivela eletrônica	b		x						1		Real sem sinal
FRC	Avanço para raio e chanfro	b		x								Real sem sinal
FRCM	Avanço para raio e chanfro modal	m		x								Real sem sinal
Endereços OEM												
OMA1: Endereço OEM 1 [1)]	Endereço OEM 1	m				x	x	x		1		Real
OMA2: Endereço OEM 2 [1)]	Endereço OEM 2	m				x	x	x		1		Real
OMA3: Endereço OEM 3 [1)]	Endereço OEM 3	m				x	x	x		1		Real

Identificador de endereço	Tipo de endereço	Modal/ por bloco	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Quan- tidade máx.	Tipo de dado
OMA4: Endereço OEM 4 1)	Endereço OEM 4	m				x	x	x		1		Real
OMA5: Endereço OEM 5 1)	Endereço OEM 5	m				x	x	x		1		Real

*) Pontos finais absolutos: modal, pontos finais incrementais: por bloco; senão modal/por bloco em função da determinação de sintaxe da função G.

**) Como centros de círculos os parâmetros de interpolação atuam de forma incremental. Com AC (Adaptive Control) pode-se programá-los de forma absoluta. Com outros significados (p. ex. passo de rosca) ignora-se a modificação de endereço.

1) A palavra-chave não vale para NCU571.

16.3 Grupos de funções G

As funções G estão divididas em grupos de funções. Em um bloco somente pode ser escrita uma função G de um grupo. Uma função G pode estar ativa modalmente (até ser cancelada por outra função do mesmo grupo) ou ela está ativa apenas para o bloco onde ela se encontra, ativa por bloco.

Legenda:

1) Número interno (p. ex. para interface PLC)

2) Capacidade de configuração da função G como ajuste inicial do grupo de funções na inicialização, Reset ou fim do programa de peça com MD20150 $MC_GCODE_RESET_VALUES:

+ configurável
- não configurável

3) Efeito da função G:

m modal

b por bloco

4) Ajuste padrão

Se nas funções G modais não for programada nenhuma função do grupo, então atua o ajuste padrão alterável através de dado de máquina (MD20150 $MN_$MC_GCODE_RESET_VALUES).

SAG Ajuste padrão da **S**iemens **AG**

FM Ajuste padrão do **F**abricante da **M**áquina (veja as informações do fabricante da máquina)

5) A função G não vale para NCU571.

Grupo 1: Comandos de movimento ativados modalmente						
Função G	Nº [1]	Significado	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	FM
G0	1.	Movimento de avanço rápido	+	m		
G1	2.	Interpolação linear (interpolação de retas)	+	m	x	
G2	3.	Interpolação circular em sentido horário	+	m		
G3	4.	Interpolação circular em sentido anti-horário	+	m		
CIP	5.	Interpolação circular através do ponto intermediário	+	m		
ASPLINE	6.	Akima-Spline	+	m		
BSPLINE	7.	B-Spline	+	m		
CSPLINE	8.	Spline cúbica	+	m		
POLY	9.	Interpolação de polinômios	+	m		
G33	10.	Rosqueamento com passo constante	+	m		
G331	11.	Rosqueamento com macho	+	m		
G332	12.	Retrocesso (rosqueamento com macho)	+	m		
OEMIPO1 [5]	13.	reservado	+	m		
OEMIPO2 [5]	14.	reservado	+	m		
CT	15.	Círculo com transição tangencial	+	m		

G34	16.	Rosqueamento com passo linear e crescente	+	m		
G35	17.	Rosqueamento com passo linear e decrescente	+	m		
INVCW	18.	Interpolação de evolventes no sentido horário	+	m		
INVCCW	19.	Interpolação de evolventes no sentido anti-horário	+	m		
Se nas funções G modais não for programada nenhuma função do grupo, então atua o ajuste padrão alterável através de dado de máquina (MD20150 $MN_$MC_GCODE_RESET_VALUES).						

Grupo 2: Movimentos ativados por blocos, tempo de espera						
Função G	Nº [1)]	Significado	MD20150 [2)]	W [3)]	STD [4)]	
					SAG	FM
G4	1.	Tempo de espera, pré-definido	-	b		
G63	2.	Rosqueamento com macho sem sincronização	-	b		
G74	3.	Aproximação de ponto de referência com sincronização	-	b		
G75	4.	Aproximação de ponto fixo	-	b		
REPOSL	5.	Reaproximação linear no contorno	-	b		
REPOSQ	6.	Reaproximação no contorno em quadrante	-	b		
REPOSH	7.	Reaproximação no contorno em semicírculo	-	b		
REPOSA	8.	Reaproximação no contorno linear com todos os eixos	-	b		
REPOSQA	9.	Reaproximação no contorno com todos os eixos, eixos geométricos em quadrante	-	b		
REPOSHA	10.	Reaproximação no contorno com todos os eixos, eixos geométricos em quadrante	-	b		
G147	11.	Aproximação do contorno em reta	-	b		
G247	12.	Aproximação do contorno em quadrante	-	b		
G347	13.	Aproximação do contorno em semicírculo	-	b		
G148	14.	Afastamento do contorno em reta	-	b		
G248	15.	Afastamento do contorno em quadrante	-	b		
G348	16.	Afastamento do contorno em semicírculo	-	b		
G5	17.	Retificação inclinada de canal	-	b		
G7	18.	Movimento de compensação na retificação inclinada de canal	-	b		

Grupo 3: Frame programável, limite de área de trabalho e programação de pólos						
Função G	Nº [1)]	Significado	MD20150 [2)]	W [3)]	STD [4)]	
					SAG	FM
TRANS	1.	TRANSLATION: deslocamento programável	-	b		
ROT	2.	ROTATION: rotação programada	-	b		
SCALE	3.	SCALE: escala programável	-	b		
MIRROR	4.	MIRROR: espelhamento programável	-	b		
ATRANS	5.	TRANSLATION aditiva: deslocamento aditivo programável	-	b		
AROT	6.	ROTATION aditiva: rotação programada	-	b		

ASCALE	7.	SCALE aditiva: escala programável	-	b		
AMIRROR	8.	MIRROR aditivo: espelhamento programável	-	b		
	9.	livre				
G25	10.	Limite mínimo de área de trabalho / limite mínimo de rotação do fuso	-	b		
G26	11.	Limite máximo de área de trabalho / limite máximo de rotação do fuso	-	b		
G110	12.	Programação polar relativa à última posição nominal programada	-	b		
G111	13.	Programação polar relativa ao ponto zero do atual sistema de coordenadas da peça	-	b		
G112	14.	Programação polar relativa ao último pólo válido	-	b		
G58	15.	Deslocamento programável, de substituição absoluta por eixo	-	b		
G59	16.	Deslocamento programável, de substituição aditiva por eixo	-	b		
ROTS	17.	Rotação com ângulo espacial	-	b		
AROTS	18.	Rotação aditiva com ângulo espacial	-	b		

Grupo 4: FIFO						
Função G	**Nº** [1]	**Significado**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**FM**
STARTFIFO	1.	Partida FIFO Execução e paralelamente o abastecimento da memória de pré-processamento	+	m	x	
STOPFIFO	2.	Parada FIFO, Parada do processamento; abastecimento da memória de pré-processamento até ser detectado o STARTFIFO, memória de pré-processamento cheia ou fim de programa	+	m		
FIFOCTRL	3.	Ativação do controle automático de memória de pré-processamento	+	m		

Grupo 6: Seleção de plano						
Função G	**Nº** [1]	**Significado**	**MD20150** [2]	**W** [3]	**STD** [4]	
					SAG	**FM**
G17	1.	Seleção de plano do 1º - 2º eixo geométrico	+	m	x	
G18	2.	Seleção de plano do 3º - 1º eixo geométrico	+	m		
G19	3.	Seleção de plano do 2º - 3º eixo geométrico	+	m		

Grupo 7: Correção do raio da ferramenta						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G40	1.	Nenhuma correção do raio da ferramenta	+	m	x	
G41	2.	Correção do raio da ferramenta à esquerda do contorno	-	m		
G42	3.	Correção do raio da ferramenta à direita do contorno	-	m		

Grupo 8: Deslocamento de ponto zero ajustável						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G500	1.	Desativação do deslocamento de ponto zero ajustável (G54 ... G57, G505 ... G599)	+	m	x	
G54	2.	1º deslocamento de ponto zero ajustável	+	m		
G55	3.	2º deslocamento de ponto zero ajustável	+	m		
G56	4.	3º deslocamento de ponto zero ajustável	+	m		
G57	5.	4º deslocamento de ponto zero ajustável	+	m		
G505	6.	5º deslocamento de ponto zero ajustável	+	m		
...	...	...	+	m		
G599	100.	99º deslocamento de ponto zero ajustável	+	m		
Com as funções G deste grupo sempre é ativado um Frame de usuário ajustável $P_UIFR[ ]. G54 corresponde ao Frame $P_UIFR[1], G505 corresponde ao Frame $P_UIFR[5]. O número de Frames de usuário ajustáveis e consequentemente o número de funções G neste grupo são parametrizados através do dado de máquina MD28080 $MC_MM_NUM_USER_FRAMES.						

Grupo 9: Supressão de Frame						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G53	1.	Supressão dos atuais Frames: Frame programável inclusive Frame de sistema para TOROT e TOFRAME e Frame ajustável ativo (G54 ... G57, G505 ... G599)	-	b		
SUPA	2.	Como o G153 e inclusive a supressão de Frames de sistema para definição de valores reais, contato de referência, deslocamento de ponto zero externo, PAROT com deslocamentos com manivela eletrônica (DRF), [deslocamento de ponto zero externo], movimento sobreposto	-	b		
G153	3.	Como o G53 inclusive a supressão de todos os Frames básicos, específicos de canal e/ou globais da NCU	-	b		

Grupo 10: Parada exata - modo de controle da trajetória						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G60	1.	Parada exata	+	m	x	
G64	2.	Modo de controle da trajetória	+	m		
G641	3.	Modo de controle da trajetória com suavização conforme critério de percurso (= distância de suavização programável)	+	m		
G642	4.	Modo de controle da trajetória com suavização com a conservação de tolerâncias definidas	+	m		
G643	5.	Modo de controle da trajetória com suavização com a conservação de tolerâncias definidas (interno de bloco)	+	m		
G644	6.	Modo de controle da trajetória com suavização com o máximo possível de dinâmica	+	m		
G645	7.	Modo de controle da trajetória com suavização de cantos e transições de blocos tangenciais com conservação de tolerâncias definidas	+	m		

Grupo 11: Parada exata por bloco						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G9	1.	Parada exata	-	b		

Grupo 12: Critérios de mudança de blocos na parada exata (G60/G9)						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G601	1.	Mudança de bloco com parada exata fina	+	m	x	
G602	2.	Mudança de bloco com parada exata aproximada	+	m		
G603	3.	Mudança de bloco para fim de bloco de interpolação IPO	+	m		

Grupo 13: Dimensionamento da peça em polegadas/métrico						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G70	1.	Sistema de dimensões em polegadas (comprimentos)	+	m		
G71	2.	Sistema de dimensões métricas mm (comprimentos)	+	m	x	
G700	3.	Sistema de dimensões em polegadas, polegadas/min (comprimentos + velocidade + variável de sistema)	+	m		
G710	4.	Sistema de dimensões métricas em mm, mm/min (comprimentos + velocidade + variável de sistema)	+	m		

Grupo 14: Dimensionamento da peça absoluta/incremental						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G90	1.	Indicação das dimensões absoluta	+	m	x	
G91	2.	Indicação de dimensão incremental	+	m		

Grupo 15: Tipo de avanço						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G93	1.	Avanço em função do tempo 1/min (rpm)	+	m		
G94	2.	Avanço linear em mm/min, polegadas/min	+	m	x	
G95	3.	Avanço por rotação em mm/rot., polegadas/rot.	+	m		
G96	4.	Velocidade de corte constante e tipo de avanço como no G95 ON	+	m		
G97	5.	Velocidade de corte constante e tipo de avanço como no G95 OFF	+	m		
G931	6.	Especificação de avanço pelo tempo de deslocamento, desativação de velocidade constante de percurso	+	m		
G961	7.	Velocidade de corte constante e tipo de avanço como no G94 ON	+	m		
G971	8.	Velocidade de corte constante e tipo de avanço como no G94 OFF	+	m		
G942	9.	Congelamento do avanço linear e velocidade de corte constante ou rotação de fuso	+	m		
G952	10.	Congelamento do avanço por rotação e velocidade de corte constante ou rotação de fuso	+	m		
G962	11.	Avanço linear ou avanço por rotação e velocidade de corte constante	+	m		
G972	12.	Congelamento do avanço linear ou avanço por rotação e velocidade de fuso constante	+	m		
G973	13	Avanço por rotação sem limite de rotação do fuso (G97 sem LIMS para modo ISO)	+	m		

Grupo 16: Correção de avanço em curvaturas internas e externas						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
CFC	1.	Avanço constante no contorno ativo em curvaturas internas e externas	+	m	x	
CFTCP	2.	Avanço constante no ponto de referência do corte da ferramenta (trajetória do centro)	+	m		
CFIN	3.	Avanço constante para curvaturas internas, aceleração para curvaturas externas	+	m		

Grupo 17: Comportamento de aproximação/afastamento na correção de ferramenta						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
NORM	1.	Posição normal no ponto inicial/ponto final	+	m	x	
KONT	2.	Contorna o contorno no ponto inicial/ponto final	+	m		
KONTT	3.	Aproximação/afastamento de tangente constante	+	m		
KONTC	4.	Aproximação/afastamento de curvatura constante	+	m		

Grupo 18: Comportamento em cantos na correção da ferramenta						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G450	1.	Círculo de transição (a ferramenta percorre os cantos da peça em uma trajetória circular)	+	m	x	
G451	2.	Ponto de intersecção das eqüidistantes (a ferramenta usina para retirada do canto da peça)	+	m		

Grupo 19: Transição de curva no início da Spline						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
BNAT	1.	Transição de curvas natural para o primeiro bloco de Spline	+	m	x	
BTAN	2.	Transição de curvas tangencial para o primeiro bloco de Spline	+	m		
BAUTO	3.	Definição do primeiro segmento Spline através dos 3 pontos seguintes	+	m		

Grupo 20: Transição de curvas no fim da Spline						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
ENAT	1.	Transição de curvas natural para o próximo bloco de deslocamento	+	m	x	
ETAN	2.	Transição de curvas tangencial para o próximo bloco de deslocamento	+	m		
EAUTO	3.	Definição do último segmento Spline através dos últimos 3 pontos	+	m		

Grupo 21: Perfil de aceleração						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
BRISK	1.	Aceleração de trajetória de forma brusca	+	m	x	
SOFT	2.	Aceleração suave de trajetória	+	m		
DRIVE	3.	Aceleração de trajetória em função da velocidade	+	m		

Grupo 22: Tipo de correção de ferramenta						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
CUT2D	1.	Correção de ferramenta 2½-D determinado através do G17-G19	+	m	x	
CUT2DF	2.	Correção de ferramenta 2½-D definida através de Frame A correção da ferramenta atua relativa ao atual Frame (plano inclinado)	+	m		
CUT3DC 5)	3.	Correção de ferramenta 3-D para fresamento periférico	+	m		
CUT3DF 5)	4.	Correção de ferramenta 3-D no fresamento de topo com orientação de ferramenta não constante	+	m		
CUT3DFS 5)	5.	Correção de ferramenta 3-D no fresamento de topo com orientação de ferramenta constante independente do Frame ativo	+	m		
CUT3DFF 5)	6.	Correção de ferramenta 3-D no fresamento de topo com orientação de ferramenta fixa e dependente do Frame ativo	+	m		
CUT3DCC 5)	7.	Correção de ferramenta 3-D para fresamento periférico com superfícies de limitação	+	m		
CUT3DCCD 5)	8.	Correção de ferramenta 3-D para fresamento periférico com superfícies de limitação com ferramenta diferencial	+	m		

Grupo 23: Monitoração de colisão em contornos internos						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
CDOF	1.	Monitoração de colisão OFF	+	m	x	
CDON	2.	Monitoração de colisão ON	+	m		
CDOF2	3.	Monitoração de colisão OFF (atualmente somente para CUT3DC)	+	m		

Grupo 24: Controle antecipado						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
FFWOF	1.	Controle feedforward OFF	+	m	x	
FFWON	2.	Controle feedforward ON	+	m		

Grupo 25: Referência da orientação da ferramenta						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
ORIWKS 5)	1.	Orientação de ferramenta no sistema de coordenadas da peça (WCS)	+	m	x	
ORIMKS 5)	2.	Orientação da ferramenta no sistema de coordenadas da máquina (MCS)	+	m		

Grupo 26: Ponto de reaproximação para REPOS						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
RMB	1.	Reaproximação no ponto inicial do bloco	+	m		
RMI	2.	Reaproximação no ponto de interrupção	+	m	x	
RME	3.	Reaproximação no ponto final do bloco	+	m		
RMN	4.	Reaproximação no ponto de percurso mais próximo	+	m		

Grupo 27: Correção de ferramenta na mudança de orientação em cantos externos						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
ORIC 5)	1.	As mudanças de orientação em cantos externos são sobrepostas no bloco circular a ser inserido	+	m	x	
ORID 5)	2.	As mudanças de orientação são executadas antes de um bloco circular	+	m		

Grupo 28: Limite da área de trabalho						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
WALIMON	1.	Limite da área de trabalho ON	+	m	x	
WALIMOF	2.	Limite da área de trabalho OFF	+	m		

Grupo 29: Programação em raio/diâmetro						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
DIAMOF	1.	Programação em diâmetro específica de canal e ativa de forma modal OFF Com a desativação é ativada a programação em raio específica de canal.	+	m	x	
DIAMON	2.	Programação em diâmetro específica de canal independente e ativa de forma modal ON O efeito independe do modo de indicação de dimensões programado (G90/G91).	+	m		
DIAM90	3.	Programação em diâmetro específica de canal dependente e ativa de forma modal ON O efeito depende do modo de indicação de dimensões programado (G90/G91).	+	m		
DIAMCYCOF	4.	Programação em diâmetro específica de canal e ativa de forma modal durante o processamento de ciclo OFF	+	m		

Grupo 30: Compressão de blocos NC						
Função G	Nº [1)]	Significado	MD20150 [2)]	W [3)]	STD [4)]	
					SAG	FM
COMPOF [5)]	1.	Compressão de blocos NC OFF	+	m	x	
COMPON [5)]	2.	Função de compressor COMPON ON	+	m		
COMPCURV [5)]	3.	Função de compressor COMPCURV ON	+	m		
COMPCAD [5)]	4.	Função de compressor COMPCAD ON	+	m		

Grupo 31: Grupo de funções G de OEM						
Função G	Nº [1)]	Significado	MD20150 [2)]	W [3)]	STD [4)]	
					SAG	FM
G810 [5)]	1.	OEM – Função G	-	m		
G811 [5)]	2.	OEM – Função G	-	m		
G812 [5)]	3.	OEM – Função G	-	m		
G813 [5)]	4.	OEM – Função G	-	m		
G814 [5)]	5.	OEM – Função G	-	m		
G815 [5)]	6.	OEM – Função G	-	m		
G816 [5)]	7.	OEM – Função G	-	m		
G817 [5)]	8.	OEM – Função G	-	m		
G818 [5)]	9.	OEM – Função G	-	m		
G819 [5)]	10.	OEM – Função G	-	m		
Dois grupos de funções G estão reservados para o usuário OEM. Com isso ele disponibiliza as funções por ele criadas para programação.						

Grupo 32: Grupo de funções G de OEM						
Função G	Nº [1)]	Significado	MD20150 [2)]	W [3)]	STD [4)]	
					SAG	FM
G820 [5)]	1.	OEM – Função G	-	m		
G821 [5)]	2.	OEM – Função G	-	m		
G822 [5)]	3.	OEM – Função G	-	m		
G823 [5)]	4.	OEM – Função G	-	m		
G824 [5)]	5.	OEM – Função G	-	m		
G825 [5)]	6.	OEM – Função G	-	m		
G826 [5)]	7.	OEM – Função G	-	m		
G827 [5)]	8.	OEM – Função G	-	m		
G828 [5)]	9.	OEM – Função G	-	m		
G829 [5)]	10.	OEM – Função G	-	m		
Dois grupos de funções G estão reservados para o usuário OEM. Com isso ele disponibiliza as funções por ele criadas para programação.						

Grupo 33: Correção de ferramenta fina ajustável						
Função G	Nº [1]	Significado	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	FM
FTOCOF [5]	1.	Correção fina de ferramenta ativa Online OFF	+	m	x	
FTOCON [5]	2.	Correção fina de ferramenta ativa Online ON	-	m		

Grupo 34: Suavização da orientação da ferramenta						
Função G	Nº [1]	Significado	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	FM
OSOF [5]	1.	Suavização da orientação de ferramenta OFF	+	m	x	
OSC [5]	2.	Suavização constante da orientação da ferramenta	+	m		
OSS [5]	3.	Suavização da orientação da ferramenta no final do bloco	+	m		
OSSE [5]	4.	Suavização da orientação da ferramenta no início e no fim do bloco	+	m		
OSD [5]	5	Suavização interna de bloco com indicação da distância do curso	+	m		
OST [5]	6	Suavização interna de bloco com indicação da tolerância angular	+	m		

Grupo 35: Estampagem e puncionamento						
Função G	Nº [1]	Significado	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	FM
SPOF [5]	1.	Curso OFF, estampagem e puncionamento OFF	+	m	x	
SON [5]	2.	Puncionamento ON	+	m		
PON [5]	3.	Estampagem ON	+	m		
SONS [5]	4.	Puncionamento ON no ciclo IPO	-	m		
PONS [5]	5.	Estampagem ON no ciclo IPO	-	m		

Grupo 36: Estampagem com retardo						
Função G	Nº [1]	Significado	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	FM
PDELAYON [5]	1.	Retardamento na estampagem ON	+	m	x	
PDELAYOF [5]	2.	Retardamento na estampagem OFF	+	m		

Grupo 37: Perfil de avanço						
Função G	Nº [1]	Significado	MD20150 [2]	W [3]	STD [4]	
					SAG	FM
FNORM [5]	1.	Avanço normal conforme DIN66025	+	m	x	
FLIN [5]	2.	Avanço linear modificável	+	m		
FCUB [5]	3.	Avanço variável conforme Spline cúbica	+	m		

Grupo 38: Atribuição de entradas/saídas rápidas para estampagem/puncionamento						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
SPIF1 5)	1.	Entradas/saídas NCK rápidas para estampagem/ puncionamento Byte 1	+	m	x	
SPIF2 5)	2.	Entradas/saídas NCK rápidas para estampagem/ puncionamento Byte 2	+	m		

Grupo 39: Precisão de contorno programável						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
CPRECOF	1.	Precisão de contorno programável OFF	+	m	x	
CPRECON	2.	Precisão de contorno programável ON	+	m		

Grupo 40: Correção de raio de ferramenta constante						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
CUTCONOF	1.	Correção do raio de ferramenta constante OFF	+	m	x	
CUTCONON	2.	Correção do raio de ferramenta constante ON	+	m		

Grupo 41: Rosqueamento que pode ser interrompido						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
LFOF	1.	Rosqueamento que pode ser interrompido OFF	+	m	x	
LFON	2.	Rosqueamento que pode ser interrompido ON	+	m		

Grupo 42: Porta-ferramenta						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
TCOABS	1.	Determinação de componentes de comprimento da ferramenta a partir da atual orientação de ferramenta	+	m	x	
TCOFR	2.	Determinação de componentes de comprimento da ferramenta a partir da orientação do Frame ativo	+	m		
TCOFRZ	3.	Determinação da orientação de ferramenta de um Frame ativo na seleção de ferramenta, a ferramenta aponta para o sentido Z	+	m		
TCOFRY	4.	Determinação da orientação de ferramenta de um Frame ativo na seleção de ferramenta, a ferramenta aponta para o sentido Y	+	m		
TCOFRX	5.	Determinação da orientação de ferramenta de um Frame ativo na seleção de ferramenta, a ferramenta aponta para o sentido X		m		

Grupo 43: Sentido de aproximação WAB						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G140	1.	Sentido de aproximação WAB definido por G41/G42	+	m	x	
G141	2.	Sentido de aproximação WAB à esquerda do contorno	+	m		
G142	3.	Sentido de aproximação WAB à direita do contorno	+	m		
G143	4.	Sentido de aproximação WAB em função da tangente	+	m		

Grupo 44: Segmentação de curso WAB						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G340	1.	Bloco de aproximação espacial, isto é, penetração em profundidade e aproximação no plano em um bloco	+	m	x	
G341	2.	Primeiro penetração no eixo perpendicular (Z), depois aproximação no plano	+	m		

Grupo 45: Referência de percurso dos eixos FGROUP						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
SPATH	1.	A referência de percurso para eixos FGROUP é o comprimento do arco	+	m	x	
UPATH	2.	A referência de percurso para eixos FGROUP é o parâmetro de curva	+	m		

Grupo 46: Seleção de plano para retração rápida						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
LFTXT	1.	O plano é determinado a partir da tangente de percurso e da atual orientação de ferramenta	+	m	x	
LFWP	2.	O plano é determinado através do atual plano de trabalho (G17/G18/G19)	+	m		
LFPOS	3.	Retração axial em uma posição	+	m		

Grupo 47: Mudança de modo para código NC externo						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G290	1.	Ativação do modo de linguagem SINUMERIK	+	m	x	
G291	2.	Ativação do modo de linguagem ISO	+	m		

Grupo 48: Comportamento de aprox./afastamento na correção do raio de ferramenta						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
G460	1.	Monitoração de colisão para bloco de aproximação e afastamento ON	+	m	x	
G461	2.	Se não houver nenhuma intersecção no bloco de correção do raio de ferramenta (WRK), prolonga o bloco extremo com arco	+	m		
G462	3.	Se não houver nenhuma intersecção no bloco de correção do raio de ferramenta (WRK), prolonga o bloco extremo com reta	+	m		

Grupo 49: Movimento ponto a ponto						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
CP	1.	Movimento de percurso	+	m	x	
PTP	2.	Movimento ponto a ponto (movimento de eixo síncrono)	+	m		
PTPG0	3.	Movimento ponto a ponto somente com G0, senão movimento de percurso CP	+	m		

Grupo 50: Programação da orientação						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
ORIEULER	1.	Ângulo de orientação através de ângulo euleriano	+	m	x	
ORIRPY	2.	Ângulo de orientação através de ângulo RPY (seqüência de rotação XYZ)	+	m		
ORIVIRT1	3.	Ângulo de orientação através de eixos virtuais de orientação (Definition 1)	+	m		
ORIVIRT2	4.	Ângulo de orientação através de eixos virtuais de orientação (Definition 2)	+	m		
ORIAXPOS	5.	Ângulo de orientação através de eixos virtuais de orientação com posições de eixo rotativo	+	m		
ORIRPY2	6.	Ângulo de orientação através de ângulo RPY (seqüência de rotação ZYX)	+	m		

Grupo 51: Tipo de interpolação para programação de orientação						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
ORIVECT	1.	Interpolação de grande circunferência (idêntico ao ORIPLANE)	+	m	x	
ORIAXES	2.	Interpolação linear dos eixos de máquina ou eixos de orientação	+	m		
ORIPATH	3.	Caminho da orientação da ferramenta relativo à trajetória	+	m		
ORIPLANE	4.	Interpolação em um plano (idêntico ao ORIVECT)	+	m		

ORICONCW	5.	Interpolação sobre uma superfície periférica cônica no sentido horário	+	m		
ORICONCCW	6.	Interpolação sobre uma superfície periférica cônica no sentido anti-horário	+	m		
ORICONIO	7.	Interpolação em uma superfície periférica cônica com especificação de uma orientação intermediária	+	m		
ORICONTO	8.	Interpolação sobre uma superfície periférica cônica com transição tangencial	+	m		
ORICURVE	9.	Interpolação com curva espacial adicional para a orientação	+	m		
ORIPATHS	10.	A orientação de ferramenta relativa à dobra de trajetória no decurso de orientação é suavizada	+	m		

Grupo 52: Rotação de Frame relativa à peça de trabalho						
Função G	**Nº 1)**	**Significado**	**MD20150 2)**	**W 3)**	**STD 4)**	
					SAG	**FM**
PAROTOF	1.	Rotação de Frame relativa à peça de trabalho OFF	+	m	x	
PAROT	2.	Rotação de Frame relativa à peça de trabalho ON O sistema de coordenadas da peça de trabalho é alinhado na peça de trabalho.	+	m		

Grupo 53: Rotação de Frame relativa à ferramenta						
Função G	**Nº 1)**	**Significado**	**MD20150 2)**	**W 3)**	**STD 4)**	
					SAG	**FM**
TOROTOF	1.	Rotação de Frame relativa à ferramenta OFF	+	m	x	
TOROT	2.	Alinhamento do eixo Z do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta	+	m		
TOROTZ	3.	como o TOROT	+	m		
TOROTY	4.	Alinhamento do eixo Y do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta	+	m		
TOROTX	5.	Alinhamento do eixo X do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta	+	m		
TOFRAME	6.	Alinhamento do eixo Z do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta	+	m		
TOFRAMEZ	7.	como o TOFRAME	+	m		
TOFRAMEY	8.	Alinhamento do eixo Y do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta	+	m		
TOFRAMEX	9.	Alinhamento do eixo X do WCS através da rotação de Frame paralelamente à orientação de ferramenta	+	m		

Grupo 54: Rotação de vetor na programação de polinômios						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
ORIROTA	1.	Rotação absoluta de vetor	+	m	x	
ORIROTR	2.	Rotação relativa de vetor	+	m		
ORIROTT	3.	Rotação de vetor tangencial	+	m		
ORIROTC	4.	Vetor de rotação tangencial à tangente da trajetória	+	m		

Grupo 55: Movimento de avanço rápido com/sem interpolação linear						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
RTLION	1.	Movimento de avanço rápido com interpolação linear ON	+	m	x	
RTLIOF	2.	Movimento de avanço rápido com interpolação linear OFF O movimento de avanço rápido é executado com interpolação de eixo individual.	+	m		

Grupo 56: Inclusão do desgaste da ferramenta						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
TOWSTD	1.	Valor de posição inicial para correções no comprimento da ferramenta	+	m	x	
TOWMCS	2.	Valores de desgaste no sistema de coordenadas da máquina (MCS)	+	m		
TOWWCS	3.	Valores de desgaste no sistema de coordenadas da peça de trabalho (WCS)	+	m		
TOWBCS	4.	Valores de desgaste no sistema de coordenadas básico (BCS)	+	m		
TOWTCS	5.	Valores de desgaste no sistema de coordenadas da ferramenta (ponto de referência do porta-ferramenta T no assento do porta-ferramenta)	+	m		
TOWKCS	6.	Valores de desgaste no sistema de coordenadas do cabeçote da ferramenta para transformação cinemática (difere do MCS pela rotação da ferramenta)	+	m		

Grupo 57: Desaceleração nos cantos						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
FENDNORM	1.	Desaceleração de cantos OFF	+	m	x	
G62	2.	Desaceleração nos cantos internos com correção do raio da ferramenta ativa (G41/G42)	+	m		
G621	3.	Desaceleração de cantos em todos os cantos	+	m		

Grupo 59: Modo de dinâmica para interpolação de percurso						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
DYNNORM	1.	Dinâmica normal como anteriormente	+	m	x	
DYNPOS	2.	Modo de posicionamento, rosqueamento	+	m		
DYNROUGH	3.	Desbaste	+	m		
DYNSEMIFIN	4.	Acabamento	+	m		
DYNFINISH	5.	Acabamento fino	+	m		

Grupo 60: Limite da área de trabalho						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
WALCS0	1.	Limite da área de trabalho WCS OFF	+	m	x	
WALCS1	2.	Grupo de limite de área de trabalho WCS 1 ativo	+	m		
WALCS2	3.	Grupo de limite de área de trabalho WCS 2 ativo	+	m		
WALCS3	4	Grupo de limite de área de trabalho WCS 3 ativo	+	m		
WALCS4	5	Grupo de limite de área de trabalho WCS 4 ativo	+	m		
WALCS5	6	Grupo de limite de área de trabalho WCS 5 ativo	+	m		
WALCS6	7	Grupo de limite de área de trabalho WCS 6 ativo	+	m		
WALCS7	8	Grupo de limite de área de trabalho WCS 7 ativo	+	m		
WALCS8	9	Grupo de limite de área de trabalho WCS 8 ativo	+	m		
WALCS9	10	Grupo de limite de área de trabalho WCS 9 ativo	+	m		
WALCS10	11	Grupo de limite de área de trabalho WCS 10 ativo	+	m		

Grupo 61: Suavização da orientação da ferramenta						
Função G	Nº 1)	Significado	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	FM
ORISOF	1.	Suavização da orientação de ferramenta OFF	+	m	x	
ORISON	2.	Suavização da orientação da ferramenta ON	+	m		

16.4 Chamadas de subrotina pré-definidas

1. Sistema de coordenadas					
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**3º-15º parâmetro**	**4º-16º parâmetro**	**Explicação**
PRESETON	AXIS*: Identificador de eixo Eixo de máquina	REAL: Deslocamento de Preset G700/G7100 contexto	3.-15. Parâmetro como 1 ...	4.-16. Parâmetro como 2 ...	Definição de valores reais para eixos programados. Se programa um identificador de eixo com o valor correspondente no seguinte parâmetro. Com PRESETON podem ser programados deslocamentos de Preset de até 8 eixos.
DRFOF					Cancela o deslocamento DRF para todos eixos atribuídos ao canal

*) Ao invés do identificador de eixo da máquina normalmente também podem estar presentes os identificadores de eixos geométricos ou de eixos adicionais, enquanto um panorama bem definido for possível.

2. Grupos de eixos			
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º-8º parâmetro**	**Explicação**	
FGROUP	Identificador de eixo de canal	Variável de referência do valor F: Definição dos eixos aos quais o avanço de trajetória está relacionado. Número máximo de eixos: 8 Com FGROUP ( ) sem indicação de parâmetros se ativa o ajuste padrão para a referência do valor F.	
	1º-8º parâmetro	**2º-9º parâmetro**	**Explicação**
SPLINEPATH	INT: Grupo de Spline (deve ser 1)	AXIS: Identificador de geometria ou adicional	Definição do grupo de Spline Número máximo de eixos: 8
BRISKA	AXIS		Ativação da aceleração de eixo brusca para os eixos programados
SOFTA	AXIS		Ativação da aceleração de eixo suave para os eixos programados
JERKA	AXIS		O comportamento de aceleração ajustado através do dado de máquina $MA_AX_JERK_ENABLE tem efeito sobre os eixos programados.

3. Movimento acoplado							
Palavra-chave / Identificador de subrotina	1º parâmetro	2º parâm.	3º parâm.	4º parâm.	5º parâm.	6º parâm.	Explicação
TANG	AXIS: Nome de eixo Eixo escravo	AXIS: Eixo mestre 1	AXIS: Eixo mestre 2	REAL: Fator de acoplam ento	CHAR: Opcional: "B": Acom-panha-mento no sistema de coor-denadas básico "W": Acom-panha-mento no sistema de coor-denadas da peça	CHAR Otimizaç ão: "S" Standard "P" autom. com curso de suavizaç ão, tolerância angular	Instrução a ser preparada para definição de um acom-panhamento tangencial: A partir dos dois eixos mestres especificados se define a tangente para o acompanha-mento. O fator de acopla-mento estabelece a relação entre uma alteração do ângulo da tangente e o eixo acompanhado. Normalmente ele é 1. Otimização: veja PGA
TANGON	AXIS: Nome de eixo Eixo escravo	REAL: Offset Ângulo	REAL: Curso de suavi-zação	REAL: Tolerân-cia angular			Tangential follow up mode on: Acompanhamento tangencial ativado Par. 3, 4 com TANG Par. 6 = "P"
TANGOF	AXIS: Nome de eixo Eixo escravo						Tangential follow up mode off: Acompanhamento tangencial desativado
TLIFT	AXIS: Eixo acompanhado	REAL: Curso de retração	REAL: Fator				Tangential lift: Acompanhamento tangencial, parada no canto do contorno eventualmente com retração do eixo de rotação
TRAILON	AXIS: Eixo escravo	AXIS: Eixo mestre	REAL: Fator de acopla-mento				Trailing on: Movimento acoplado assíncrono de eixo ativado
TRAILOF	AXIS: Eixo escravo	AXIS: Eixo mestre					Trailing off: Movimento acoplado assíncrono de eixo desativado

6. Avanço por rotação			
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**Explicação**
FPRAON	AXIS: Eixo que se ativa para o avanço por rotação	AXIS: Eixo/fuso do qual se deriva o avanço por rotação. Se não houver nenhum eixo programado, então o avanço por rotação é derivado do fuso mestre.	Feedrate per Revolution axial On: Avanço por rotação axial ativado
FPRAOF	AXIS: Eixos que são desativados para o avanço por rotação		Feedrate per Revolution axial Off: Avanço por rotação axial desativado O avanço por rotação pode ser desativado para vários eixos simultaneamente. Podem ser programados tantos eixos quanto permitidos por bloco.
FPR	AXIS: Eixo/fuso do qual se deriva o avanço por rotação. Se não houver nenhum eixo programado, então o avanço por rotação é derivado do fuso mestre.		Feedrate per Revolution: Seleção de um eixo rotativo/fuso a partir do qual se deriva o avanço por rotação da trajetória com G95. Se não houver nenhum eixo/fuso programado, então o avanço por rotação é derivado do fuso mestre. O ajuste realizado com FPR é aplicado de forma modal.

No lugar do eixo também pode ser programado um fuso: FPR(S1) ou FPR(SPI(1))

7. Transformações			
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**Explicação**
TRACYL	REAL: Diâmetro de trabalho	INT: Número da transformação	Cilindro: Transformação de superfície periférica Por canal podem ser ajustadas várias transformações. O número de transformação indica qual transformação deve ser ativada. Se for descartado o 2º parâmetro, então se ativa o grupo de transformações ajustado através do dado de máquina.
TRANSMIT	INT: Número da transformação		Transmit: Transformação polar Por canal podem ser ajustadas várias transformações. O número de transformação indica qual transformação deve ser ativada. Se for descartado o parâmetro, então se ativa o grupo de transformações ajustado através do dado de máquina.
TRAANG	REAL: Ângulo	INT: Número da transformação	Transformação de eixo inclinado: Por canal podem ser ajustadas várias transformações. O número de transformação indica qual transformação deve ser ativada. Se for descartado o 2º parâmetro, então se ativa o grupo de transformações ajustado através do dado de máquina. Se o ângulo não for programado: TRAANG (,2) ou TRAANG, então o último ângulo estará ativo de forma modal.
TRAORI	INT: Número da transformação		Transformation orientated: Transformação de 4 e 5 eixos Por canal podem ser ajustadas várias transformações. O número de transformação indica qual transformação deve ser ativada.

TRACON	INT: Número da transformação	REAL: outros parâmetros em função do MD	Transformation Concentrated: Transformação concatenada, o significado dos parâmetros depende do tipo da concatenação.
TRAFOOF			Desativação da transformação

Para cada tipo de transformação existe um comando para cada uma das transformações por canal. Se existirem várias transformações de mesmo tipo de transformação por canal, então se pode selecionar a respectiva transformação com o comando parametrizado correspondente. A desativação da transformação é possível através da mudança de transformações ou da desativação explícita.

8. Fuso			
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro e demais**	**Explicação**
SPCON	INT: Número do fuso	INT: Número do fuso	Spindle position control on: Comutação para o modo de fuso com controle de posição
SPCOF	INT: Número do fuso	INT: Número do fuso	Spindle position control off: Comutação para o modo de fuso com controle de rotação
SETMS	INT: Número do fuso		Set master-spindle: Declaração do fuso como fuso mestre para o atual canal. Com SETMS( ) sem indicação de parâmetros se ativa o pré-ajuste realizado através de dados de máquina.

9. Retificação		
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**Explicação**
GWPSON	INT: Número do fuso	Grinding wheel peripherical speed on: Velocidade periférica de rebolo constante ativada Se o número de fuso não for programado, então se seleciona para o fuso a velocidade periférica de rebolo da ferramenta ativa.
GWPSOF	INT: Número do fuso	Grinding wheel peripherical speed off: Velocidade periférica constante de rebolo desativada Se o número de fuso não for programado, então para o fuso é desativada a velocidade periférica do rebolo da ferramenta ativa.
TMON	INT: Número do fuso	Tool monitoring on: Monitoração de ferramentas ativada Se não for programado nenhum número T, então se ativa a monitoração da ferramenta ativa.
TMOF	INT: Número T	Tool monitoring off: Monitoração de ferramentas desativada Se não for programado nenhum número T, então se desativa a monitoração da ferramenta ativa.

10. Desbaste (remoção)					
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**3º parâmetro**	**4º parâmetro**	**Explicação**
CONTPRON	REAL [, 11]: Tabela de contorno	CHAR: Método de desbaste "L": Torneamento longitudinal: Usin. ext. "P": Torneamento transversal: Usin. ext. "N": Torneamento transversal: Usin. int. "G": Torneamento longitudinal: Usin. int.	INT: Número de detalonados	INT: Estado do cálculo: 0: como anteriormente 1: Cálculo para frente e para trás	Contour preparation on: Ativação da preparação de referência. Os programas de contorno e os blocos NC chamados em seguida são divididos em movimentos individuais e armazenados na tabela de contorno. É retornado o número de detalonados.
CONTDCON	REAL [, 6]: Tabela de contorno	INT: 0: no sentido programado			Decodificação de contorno Os blocos de um contorno são codificados de modo que se economize espaço na memória, sendo um bloco por linha da tabela nomeada.
EXECUTE	INT: Estado de erro				EXECUTE: Ativa a execução de programa. Com isso se retorna à execução normal do programa a partir do modo de preparação de referência ou após a composição de uma área de proteção.

11. Execução da tabela		
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**Explicação**
EXECTAB	REAL [11]: Elemento da tabela de movimentos	Execute table: Execução de um elemento a partir de uma tabela de movimentos.

12. Áreas de proteção						
Palavra-chave / Identificador de subrotina	1º parâmetro	2º parâmetro	3º parâmetro	4º parâmetro	5º parâmetro	Explicação
CPROTDEF	INT: Número da área de proteção	BOOL: TRUE: Áreas de proteção orientada pela ferramenta	INT: 0: 4º e 5º parâmetro não são avaliados 1: 4º parâmetro é avaliado 2: 5º parâmetro é avaliado 3: 4º e 5º parâmetro são avaliados	REAL: Limitação no sentido positivo	REAL: Limitação no sentido negativo	Channel-specific protection area definition: Definição de uma área de proteção específica de canal
NPROTDEF	INT: Número da área de proteção	BOOL: TRUE: Áreas de proteção orientada pela ferramenta	INT: 0: 4º e 5º parâmetro não são avaliados 1: 4º O parâmetro é avaliado 2: 5º O parâmetro é avaliado 3: 4º e 5º parâmetro são avaliados	REAL: Limitação no sentido positivo	REAL: Limitação no sentido negativo	NCK-specific protection area definition: Definição de uma área de proteção específica de máquina
CPROT	INT: Número da área de proteção	INT: Opção 0: Área de proteção desativada 1: Pré-ativação da área de proteção 2: Área de proteção ativada 3: Pré-ativação da área de proteção com parada condicional, apenas nas áreas de proteção ativas	REAL: Deslocamento da área de proteção no 1º eixo geométrico	REAL: Deslocamento da área de proteção no 2º eixo geométrico	REAL: Deslocamento da área de proteção no 3º eixo geométrico	Área de proteção específica de canal ativada/desativada

NPROT	INT: Número da área de proteção	INT: Opção 0: Área de proteção desativada 1: Pré-ativação da área de proteção 2: Área de proteção ativada 3: Pré-ativação da área de proteção com parada condicional, apenas nas áreas de proteção ativas	REAL: Deslocamento da área de proteção no 1º eixo geométrico	REAL: Deslocamento da área de proteção no 2º eixo geométrico	REAL: Deslocamento da área de proteção no 3º eixo geométrico	Área de proteção específica de máquina ativada/desativada
EXECUTE	VAR INT: Estado de erro	EXECUTE: Ativação da execução do programa Com isso se retorna à execução normal do programa a partir do modo de preparação de referência ou após a composição de uma área de proteção.				

13. Pré-processamento/bloco a bloco		
STOPRE		Stop processing: Parada de pré-processamento até todos os bloco preparados serem executados pelo processamento principal

14. Interrupts (interrupções)		
Palavra-chave / Identificador de subrotina	1º parâmetro	Explicação
ENABLE	INT: Número da entrada de Interrupt	Ativação de Interrupt: É ativada a rotina de interrupção que está atribuída à entrada de hardware com o número especificado. Após a instrução SETINT temos um Interrupt enabled.
DISABLE	INT: Número da entrada de Interrupt	Desativação de Interrupt: É desativada a rotina de interrupção que está atribuída à entrada de hardware com o número cancelado. A retração rápida também não é executada. A atribuição realizada com SETINT entre a entrada de hardware e a rotina de interrupção é preservada e pode ser reativada com ENABLE.
CLRINT	INT: Número da entrada de Interrupt	Seleção do Interrupt: Atribuição de rotinas de interrupção e deletação de atributos para uma entrada de interrupção. Com isso a rotina de interrupção é desativada. Não é realizada nenhuma reação com a ocorrência da interrupção.

15. Sincronização de movimentos		
Palavra-chave / Identificador de subrotina	1º parâmetro	Explicação
CANCEL	INT: Número da ação sincronizada	Cancelamento da ação síncrona de movimentos modal de número ID especificado

16. Definição de função					
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**3º parâmetro**	**4º-7º parâmetro**	**Explicação**
FCTDEF	INT: Número da função	REAL: Valor limite inferior	REAL: Valor limite superior	REAL: Coeficientes a0-a3	Definir polinômio. Este é avaliado no SYNFCT ou PUTFTOCF.

17. Comunicação			
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**Explicação**
MMC	STRING: Comando	CHAR: Modo de confirmação** "N": sem confirmação "S": confirmação síncrona "A": confirmação assíncrona	MMC-Command: Comando ativado no Interpretador de comando MMC para configuração de janelas através do programa NC **Literatura:** Manual de colocação em funcionamento do software básico e HMI sl

**** Modo de confirmação:**
Os comandos são confirmados de acordo com a solicitação do componente (cana, NC …) a ser executado.
Sem confirmação: A execução do programa é continuada após o envio do comando. O remetente não é informado se o comando não pode ser executado com sucesso.

18. Coordenação de programa							
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**3º parâmetro**	**4º parâmetro**	**5º parâmetro**	**6º-8º parâmetro**	**Explicação**
INIT #	INT: Número de canal 1-10 **ou** STRING: Nome de canal $MC_CHAN_NAME	STRING: Caminho	CHAR: Modo de confirmação**				Seleção de um módulo para execução em um canal. 1 : 1º canal; 2 : 2º canal. No lugar do número de canal também é possível o nome de canal definido no $MC_CHAN_NAME.
START #	INT: Número de canal 1-10 **ou** STRING: Nome de canal $MC_CHAN_NAME						Inicialização dos programas selecionados em vários canais, simultaneamente a partir do programa em andamento. O comando não atua no próprio canal. 1 : 1º canal; 2 : 2º canal ou o nome de canal definido no $MC_CHAN_NAME.

WAITE #	INT: ou Número de canal 1-10	STRING: Nome de canal $MC_CHAN_NAME					Wait for end of program: Espera pelo fim do programa em outro canal (como número ou nome).
WAITM #	INT: Número de marcadores 0-9	INT: Número de canal 1-10 ou STRING: Nome de canal $MC_CHAN_NAME					Wait: Espera pelo alcance de um marcador em outro canal. A espera prossegue até que em outro canal também seja alcançado o WAITM com o marcador correspondente. Também pode ser indicado o número do próprio canal.
WAITMC #	INT: Número de marcadores 0-9	INT: Número de canal 1-10 ou STRING: Nome de canal $MC_CHAN_NAME					Wait: Espera condicional pelo alcance de um marcador em outro canal. A espera prosse-gue até que em outro canal também seja alcançado o WAITMC com o marcador correspondente. A parada exata realizada somente se os outros canais ainda não alcançaram o marcador.
WAITP	AXIS: Identificador de eixo	AXIS: Identificador de eixo	AXIS: Identificador de eixo	AXIS: Identificador de eixo	AXIS: Identi-ficador de eixo	AXIS: Identi-ficador de eixo	Wait for positioning axis: Espera até que os eixos de posicionamento de seu pro-grama alcancem o ponto final.
WAITS	INT: Número do fuso	INT: Número do fuso	INT: Número do fuso	INT: Número do fuso	INT: Núme-ro do fuso		Wait for positioning spindle: Espera até que os fusos pro-gramados antes com o SPOSA alcancem seu ponto final pro-gramado.
RET							Fim de subrotina sem saída de função ao PLC
GET #	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Ocupação de eixo de máquina
GETD#	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Ocupação direta de eixo de máquina
RELEASE #	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Liberação de eixos de máquina

PUTFTOC #	REAL: Valor de correção	INT: Número do parâmetro	INT: Número de canal **ou** STRING: Nome de canal $MC_CHAN_NAME	INT: Número do fuso			Put fine tool correction: Correção fina de ferramenta
PUTFTOCF #	INT: Nº da função Com FCTDEF se deve indicar aqui o nº utilizado.	VAR REAL: Valor de referência *)	INT: Número do parâmetro	INT: Número de canal 1-10 **ou** STRING: Nome de canal $MC_CHAN_NAME	INT: Núme-ro do fuso		Put fine tool correction function dependant: Alteração da correção de ferramenta Online em função de uma função definida com FCTDEF (polinômio máx. até 3º grau).

No lugar do eixo também pode ser programado um fuso através da função SPI: GET(SPI(1))

#) A palavra-chave não vale para NCU571.

**** Modo de confirmação:**

Os comandos são confirmados de acordo com a solicitação do componente (cana, NC, …) a ser executado.

Sem confirmação: A execução do programa é continuada após o envio do comando. A execução não é informada se o comando não pode ser executado com sucesso. Modo de confirmação "N" ou "n".
Confirmação síncrona: A execução do programa é mantida parada até que o componente receptor confirmar o comando. Em caso positivo de confirmação se executa o próximo comando.
Com **confirmação negativa** se emite uma mensagem de erro.
Modo de confirmação "S", "s" ou omissão.

Para determinados comandos se define o comportamento de confirmação, para outros este é programável.
O comportamento de confirmação para comandos de coordenação do programa é sempre síncrono.
Quando se omite a indicação do modo de confirmação, então temos a confirmação síncrona.

19. Acesso aos dados		
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**Explicação**
CHANDATA	INT: Número de canal	Ajuste do número de canal para acesso aos dados do canal (permitido apenas no módulo de inicialização); os acessos seguintes referem-se ao canal ajustado com o CHANDATA.

20. Mensagens			
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**Explicação**
MSG	STRING: SEQÜÊN-CIA DE CARAC-TERES: Mensagem	INT: Parâmetro de chamada do modo de controle da trajetória	Message modal: A exibição permanece até aparecer a próxima mensagem. Se o 2º parâmetro for programado = 1, p. ex. MSG(texto, 1), a mensagem também é emitida como bloco executável no modo de controle da trajetória.

22. Alarmes			
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**Explicação**
SETAL	INT: Número de alarme (alarmes de ciclos)	STRING: Sequência de carac-teres	Set alarm: Definição de alarme. Junto à indicação do número de alarme pode ser adicionada uma sequência de caracteres de até 4 parâmetros. Estão disponíveis os seguintes parâmetros pré-definidos: %1 = Número de canal %2 = Número de bloco, Label %3 = Índice de texto para alarmes de ciclos %4 = Parâmetros adicionais de alarme

23. Compensação			
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro - 4º parâmetro**		**Explicação**
QECLRNON	AXIS: Número de eixo		Quadrant error compensation learning on: Aprendizado da compensação de erro de quadrante ativado
QECLRNOF			Quadrant error compensation learning off: Aprendizado da compensação de erro de quadrante desativado

24. Gerenciamento de ferramentas					
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**3º parâmetro**		**Explicação**
DELT	STRING [32]: Identificador de ferramenta	INT: Número Duplo			Deletar ferramenta. O número Duplo pode ser omitido.
GETSELT	VAR INT: Númeto T (valor de retorno)	INT: Número do fuso			Retorna os números T pré-selecionados. Sem indicação do número do fuso, então o comando vale para o fuso mestre.

SETPIECE	INT: Quantidade de peças	INT: Número do fuso			Considerar o número de peças para todas ferramentas atribuídas ao fuso. Se for omitido o número do fuso, então o comando vale para o fuso mestre.
SETDNO	INT: Número de ferramenta T	INT: Número de corte	INT: Nº D		Define como novo o número D da ferramenta (T) e seu corte
DZERO					Coloca como inválido o número D de todas ferramentas da unidade TO atribuída ao canal
DELDL	INT: Número de ferramenta T	INT: Nº D			Deleta todos corretores aditivos de um corte (ou de uma ferramenta, se o D não for especificado)
SETMTH	INT: Nº do porta-ferramenta				Define o nº do porta-ferramenta
POSM	INT: Nº de alojamento em que se deve posicionar	INT: Nº de alojamento no magazine que deve ser movimentado	INT: Nº de alojamento do magazine interno	INT: Nº de magazine do magazine interno	Posicionamento do magazine
SETTIA	VAR INT: Estado=Resultado da operação (valor de retorno)	INT: Número do magazine	INT: Nº de grupo de desgaste		Definição de uma ferramenta do grupo de desgaste como inativa
SETTA	VAR INT: Estado=Resultado da operação (valor de retorno)	INT: Número do magazine	INT: Nº de grupo de desgaste		Definição de uma ferramenta do grupo de desgaste como ativa
RESETMON	VAR INT: Estado=Resultado da operação (valor de retorno)	INT: nº T interno	INT: nº D da ferramenta		Passar o valor real da ferramenta para o valor nominal

25. Fuso sincronizado							
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**3º parâmetro**	**4º parâmetro**	**5º parâmetro** **Comportamento de mudança de blocos**	**6º parâmetro**	**Explicação**
COUPDEF	AXIS: Eixo escravo ou fuso escravo (FS)	AXIS: Eixo mestre ou fuso mestre (LS)	REAL: Relação de transmissão do numerador (FA) ou (FS)	REAL: Relação de transmissão do denominador (LA) ou (LS)	STRING [8]: Comportamento de mudança de blocos: "NOC": Sem controle de mudança de blocos, a mudança dos blocos é liberada imediatamente, "FINE": Mudança de blocos na "sincronização fina", "COARSE": Mudança de blocos na sincronização aproximada e "IPOSTOP": Mudança de blocos na finalização de valor nominal do movimento sobreposto. Se o comportamento de mudança de blocos não for indicado, então não ocorre nenhuma alteração do comportamento ajustado.	STRING [2]: "DV": Acoplamento de valor nominal "AV": Acoplamento de valor real	Couple definition: Definição do grupo de fusos sincronizados

COUPDEL	AXIS: Eixo escravo ou fuso escravo (FS)	AXIS: Eixo mestre ou fuso mestre (LS)					Couple delete: Deletação do grupo de fusos sincro- nizados
COUPOF	AXIS: Eixo escravo ou fuso escravo (FS)	AXIS: Eixo mestre ou fuso mestre (LS)			A mudança de blocos é liberada imediatamente.		Desativação mais rápida possível do modo sincronizado.
COUPOF	AXIS: Eixo escravo ou fuso escravo (FS)	AXIS: Eixo mestre ou fuso mestre (LS)	REAL: POS_{FS}		A mudança de blocos é liberada somente ao ser ultrapassada a posição de desativação.		Desativação do modo síncrono depois de ultrapassar a posição de desativação POS_{FS}
COUPOF	AXIS: Eixo escravo ou fuso escravo (FS)	AXIS: Eixo mestre ou fuso mestre (LS)	REAL: POS_{FS}	REAL: POS_{LS}	A mudança de blocos é liberada somente ao serem ultrapassadas as duas posições programadas. Faixa do POS_{FS}, POS_{LS}: 0 ... 359,999 graus.		Desativação do modo sín- crono depois de ultra- passar as duas posi- ções de des- ativação POS_{FS} e POS_{LS} .
COUPOFS	AXIS: Eixo escravo ou fuso escravo (FS)	AXIS: Eixo mestre ou fuso mestre (LS)			A mudança de blocos é realizada da forma mais rápida possível (mudança imediata de blocos).		Desativação de um aco- plamento com parada do eixo escravo
COUPOFS	AXIS: Eixo escravo ou fuso escravo (FS)	AXIS: Eixo mestre ou fuso mestre (LS)	REAL: POS_{FS}		Depois de ultrapassar a posição de desativação programada do eixo escravo e relativa ao sistema de coordenadas da máquina, a mu- dança de blocos somente é liberada após a ultrapassagem das posições de desativação POSFS. Faixa de valores 0 ... 359,999 graus.		Desativação somente de- pois de ultra- passar a po- sição de des- ativação pro- gramada do eixo escravo.

COUPON	AXIS: Eixo escravo ou fuso escravo (FS)	AXIS: Eixo mestre ou fuso mestre (LS)			A mudança de blocos é liberada imediatamente.		Ativação mais rápida possível do modo sincronizado com qualquer referência angular entre fuso mestre e fuso escravo
COUPON	AXIS: Eixo escravo ou fuso escravo (FS)	AXIS: Eixo mestre ou fuso mestre (LS)	REAL:POS_{FS}		A mudança de blocos é liberada de acordo com o ajuste definido. Faixa do POSFS: 0 ... 359,999 graus.		Ativação de um deslocamento angular definido POSFS entre FS e LS. Este refere-se à posição de zero grau do fuso mestre no sentido positivo de giro.
COUPONC	AXIS: Eixo escravo ou fuso escravo (FS)	AXIS: Eixo mestre ou fuso mestre (LS)	A programação de uma posição Offset não é possível.				Aceita a ativação com programação precedente do M3 S.. ou M4 S.. . Aceitar imediatamente a rotação diferencial.
COUPRES	AXIS: Eixo escravo ou fuso escravo (FS)	AXIS: Eixo mestre ou fuso mestre (LS)					Couple reset: Resetamento do grupo de fusos sincronizados Os valores programados são invalidados. São aplicados os valores do dado de máquina.

Para o fuso sincronizado a programação dos parâmetros de eixo é realizada com SPI(1) ou S1.

26. Instruções de estrutura no editor Step (suporte de programação baseado em editor)					
Palavra-chave / Identificador de subrotina	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**3º parâmetro**		**Explicação**
SEFORM	STRING [128]: nome de secção	INT: plano	STRING [128]: icon		Atual nome de secção para editor Step

Palavra-chave / Identificador de subrotina	1º parâmetro	2º parâmetro	3º parâmetro	4º parâmetro	Explicação
COUPON	AXIS: Eixo escravo	AXIS: Eixo mestre	REAL: Posição de ativação do eixo escravo		Couple on: Ativação do grupo ELG/par de fusos sincronizados. Se nenhuma posição de ativação for especificada, então o acoplamento é realizado da forma mais rápida possível (rampa). Se não for indicada nenhuma posição de ativação para o eixo/fuso escravo, então este se refere de forma absoluta ou incremental ao eixo/fuso mestre. Somente quando o for especificado 3º parâmetro, também devem ser programados os parâmetros 4 e 5.
COUPOF	AXIS: Eixo escravo	AXIS: Eixo mestre	REAL: Posição de desativação do eixo escravo (absoluto)	REAL: Posição de desativação do eixo mestre (absoluto)	Couple off: Desativação do grupo ELG/par de fusos sincronizados. Os parâmetros de acoplamento são mantidos. Se forem especificadas posições, então o acoplamento somente será iniciado quando todas as posições especificadas forem ultrapassadas. O fuso escravo continua a girar com a última rotação antes da desativação do acoplamento.
WAITC	AXIS: Eixo/ fuso	STRING [8]: Critério de mudança de blocos	AXIS: Eixo/ fuso	STRING [8]: Critério de mudança de blocos	Wait for couple condition: Espera até o critério de mudança de blocos dos eixos/fusos ser preenchido. Podem ser programados até 2 eixos/fusos. Critério de mudança de blocos: "NOC": sem controle de mudança de blocos, a mudança dos blocos é liberada imediatamente, "FINE": Mudança de blocos na "sincronização fina", "COARSE": Mudança de blocos na "sincronização aproximada" e "IPOSTOP": Mudança de blocos na finalização de valor nominal do movimento sobreposto. Se o comportamento de mudança de blocos não for indicado, então não ocorre nenhuma alteração do comportamento ajustado.
AXCTSWE	AXIS: Eixo/fuso				Avanço de eixos contentores

16.5 Chamadas de subrotina pré-definidas em ações sincronizadas de movimentos

27. Procedimentos de sincronização				
Palavra-chave/ Identificador de função	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**3º parâmetro até 5º parâmetro**	**Explicação**
STOPREOF				Stop preparation off: Cancela a parada de pré-processamento Uma ação sincronizada com um comando STOPREOF gera uma parada de pré-processamento após o próximo bloco de saída (= bloco no processamento principal). A parada de pré-processamento é cancelada com o fim do bloco de saída ou quando for preenchida a condição do STOPREOF. Todas instruções de ações sincronizadas com o comando STOPREOF valem como executadas.
RDISABLE				Read in disable: Bloqueio de leitura / entrada
DELDTG	AXIS: Eixo para anulação de curso restante por eixo (opcional). Se for omitido o eixo, será iniciada a anulação de curso restante para o percurso			Delete distance to go: Anulação de curso restante Uma ação sincronizada com um comando DELDTG gera uma parada de pré-processamento após o próximo bloco de saída (= bloco no processamento principal). A parada de pré-processamento é cancelada com o fim do bloco de saída ou quando for preenchida a condição do primeiro DELDTG. No $AA_DELT[<eixo>] encontramos a distância axial até o ponto de destino na anulação de curso restante por eixo, no $AC_DELT o curso restante do percurso.
SYNFCT	INT: Número da função de polinômio que foi definida com FCTDEF.	VAR REAL: Variável de resultado *)	VAR REAL: Variável de entrada **)	Se a condição na ação sincronizada de movimentos for preenchida, então será avaliada a variável de entrada do polinômio definido na primeira expressão. O valor será limitado para baixo e para cima e atribuído à variável de resultado.
FTOC	INT: Número da função de polinômio que foi definida com FCTDEF	VAR REAL: Variável de entrada **)	INT: Comprimento 1,2,3 INT: Número de canal INT: Número do fuso	Alteração da correção fina de ferramenta em função de uma função (polinômio máx. de 3º grau) definida com FCTDEF. Com FCTDEF deve ser especificado o número aqui utilizado.

*) Como variável de resultado são permitidas apenas variáveis de sistema especiais. Estas estão descritas no "Manual de programação Avançada", sob o título "Gravação de variável de processamento principal".

*) Como variável de entrada são permitidas apenas variáveis de sistema especiais. Estas estão descritas no "Manual de programação Avançada", na lista de variáveis de sistema.

16.6 Funções pré-definidas

Funções pré-definidas

Através de uma chamada de função se inicia a execução de uma função pré-definida. As chamadas de função retornam um valor. Elas podem estar presentes como operandos na expressão.

1. Sistema de coordenadas						
Palavra-chave/ Identificador de função	Resultado	1º parâmetro	2º parâmetro			Explicação
CTRANS	FRAME	AXIS	REAL: Deslocamento	3º - 15º parâmetro como 1 ...	4º - 16º parâmetro como 2 ...	Translation: Deslocamento de ponto zero para vários eixos. Se programa um identificador de eixo com o valor correspondente no parâmetro seguinte. Com CTRANS podem ser programados deslocamentos para até 8 eixos.
CROT	FRAME	AXIS	REAL: Rotação	3º /5º parâmetro como 1 ...	4º /6º parâmetro como 2 ...	Rotation: Rotação do atual sistema de coordenadas. Número máximo de parâmetros: 6 (um identificador de eixo e um valor por eixo geométrico).
CSCALE	FRAME	AXIS	REAL: Fator de escala	3º - 15º parâmetro como 1 ...	4º - 16º parâmetro como 2 ...	Scale: Fator de escala para vários eixos. O número máximo de parâmetros é 2* o número máximo de eixos (um identificador de eixo e um valor). Se programa um identificador de eixo com o valor correspondente no seguinte parâmetro. Com CSCALE podem ser programados fatores de escala para até 8 eixos.
CMIRROR	FRAME	AXIS	2º - 8º parâmetro como 1 ...			Mirror: Espelhamento em um eixo de coordenadas
MEAFRAME	FRAME	Campo REAL de 2 dim.	Campo REAL de 2 dim.	3º parâmetro: Variável REAL		Cálculo de Frame a partir de 3 pontos de medição no espaço

As funções de Frame CTRANS, CSCALE, CROT e CMIRROR servem para gerar expressões de Frame.

2. Funções de geometria					
Palavra-chave/ Identificador de função	**Resultado**	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**3º parâmetro**	**Explicação**
CALCDAT	BOOL: Estado de erro	VAR REAL [,2]: Tabela com pontos de entrada (uma abscissa e uma ordenada para 1º, 2º, 3º etc. ponto)	INT: Número de pontos de entrada para cálculo (3 ou 4)	VAR REAL [3]: Resultado: Abscissa, ordenada e raio do centro calculado do círculo	CALCDAT: Calculate circle data Calcula o raio e o centro de um círculo a partir de 3 ou 4 pontos (conforme parâmetro 1) que estão em um círculo. Os pontos devem ser diferentes um do outro.

Identificador	**Resultado**	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**3º parâmetro**	**4º parâmetro**	**5º parâmetro**	**6º parâmetro**
CALCPOSI	INT: Estado 0 OK -1 DLIMIT neg. -2 Transf. n.def. 1 Limite SW 2 Área de trabalho 3 Área de prot. Para mais informações, veja o PGA	REAL: Posição de saída no WCS [0] Abscissa [1] Ordenada [2] Aplicada (terceira coord.)	REAL: Increment. Definição de curso [0] Abscissa [1] Ordenada [2] Aplicada (terceira coord.) relativo à Posição de saída	REAL: Distâncias mínimas de limites a serem mantidas [0] Abscissa [1] Ordenada [2] Aplicada (terceira coord.) [3] eixo lin. máquina [4] eixo rot.	REAL: **Valor de retorno** possível curso incrementa, se o curso não pode ser aproximado totalmente a partir do parâmetro 3 sem violação do limite	BOOL: 0: Avaliação Grupo 13 de códigos G (pol./metr.) 1: Referência ao sistema básico do comando, independente do grupo 13 de códigos G	codificado bin para monitorar 1 Limites SW 2 Área de trabalho 4 Área de prot. ativa 8 Área de prot. pré-ativa
	Explicação: CALCPOSI	Com CALCPOSI pode ser verificado se a partir de um ponto de partida especificado os eixos geométricos podem percorrer um curso indicado, sem violar os limites dos eixos (limites SW), limites de área de trabalho ou áreas de proteção. Para o caso em que o curso especificado não pode ser percorrido, será retornado o valor máximo admissível.					

INTERSEC	BOOL: Estado de erro	VAR REAL [11]: Primeiro elemento de contorno	VAR REAL [11]: Segundo elemento de contorno	VAR REAL [2]: Vetor de resultado: Coordenada de intersecção, abscissa e ordenada	Intersection: Cálculo de intersecção Se calcula a intersecção entre dois elementos de contorno. As coordenadas da intersecção são valores de retorno. O estado do erro indica se uma intersecção foi encontrada.

3. Funções de eixo				
	Resultado	1º parâmetro	2º parâmetro	Explicação
AXNAME	AXIS: Identificador de eixo	STRING [ ]: String de entrada		AXNAME: Get axname Converte a String de entrada em identificador de eixo. Se a String de entrada não contém nenhum nome de eixo válido, então será emitido um alarme.
AXTOSPI	INT: Número do fuso	AXIS: Identificador de eixo		AXTOSPI: Convert axis to spindle Converte o identificador de eixo em número de fuso. Se o parâmetro de transferência não contém nenhum identificador de eixo válido, então será emitido um alarme.
SPI	AXIS: Identificador de eixo	INT: Número de fuso		SPI: Convert spindle to axis Converte o número de fuso em identificador de eixo. Se o parâmetro de transferência não contém nenhum número de fuso válido, então será emitido um alarme.
ISAXIS	BOOL TRUE: Eixo dispo-nível: senão: FALSE	INT: Número do eixo geométrico (1 até 3)		Verifica se o eixo geométrico 1 até 3 indicado como parâmetros está disponível de acordo com o dado de máquina $MC_AXCONF_GEOAX_ASSIGN_TAB.
AXSTRING	STRING	AXIS		Converte o identificador de eixo em String

4. Gerenciamento de ferramentas				
	Resultado	1º parâmetro	2º parâmetro	Explicação
NEWT	INT: Número T	STRING [32]: Nome de ferramenta	INT: Número Duplo	Cria nova ferramenta (disponibiliza dados da ferramenta). O número Duplo pode ser omitido.
GETT	INT: Número T	STRING [32]: Nome de ferramenta	INT: Número Duplo	Define o número T como nome de ferramenta
GETACTT	INT: Estado	INT: Número T	STRING [32]: Nome da ferramenta	Define a ferramenta ativa de um grupo de ferramentas de mesmo nome
TOOLENV	INT: Estado	STRING: Nome		Salvamento de um ambiente de ferramentas na SRAM com nome indicado
DELTOOLENV	INT: Estado	STRING: Nome		Deletação de um ambiente de ferramentas na SRAM com nome indicado Todos ambientes de ferramentas se nenhum nome for especificado.
GETTENV	INT: Estado	STRING: Nome	INT: Número [0] Número [1] Número [2]	Leitura de: Número T, Número D, Número DL a partir de um ambiente de ferramentas com nome indicado

	Resul-tado	1º par.	2. par.	3º par.	4º par.	5º par.	6º par.	Explicação
GETTCOR	INT: Estado	REAL: Com-pri-mento [11]	STRING: Compo-nentes: Sistema de coor-denadas	STRING: Amb. de ferram./ " "	INT: Número T int.	INT: Número D	INT: Número DL	Leitura de comprimentos e de componentes de comprimento de ferramentas a partir do ambiente de ferramentas ou do atual ambiente Detalhes: veja /FB1/ Manual de funções básicas; (W1)

	Resul-tado	1º par.	2º par.	3º par.	4º par.	5º par.	6º par.	7º par.	8º par.	9º par.
SETTCOR	INT: Estado	REAL: Vetor de corr. [0-3]	STRING: Compo-nente(s)	INT: Compo-nente(s) para corr.	INT: Tipo da operação de gra-vação	INT: Índice do eixo geo-métrico	STRING: Nome do ambiente de ferra-mentas	INT: Número T int.	INT: Número D	INT: Número DL
Explicação	Alteração de componentes de ferramenta sob consideração de todas condições gerais que são introduzidas na avaliação dos diversos componentes. Detalhes: v. Manual de funções básicas; (W1)									

	Resultado	1º parâmetro	2º parâmetro	3º parâmetro	Explicação
LENTOAX	INT: Estado	INT: Índice do eixo [0-2]	REAL: L1, L2, L3 para abscissa, ordenada, aplicada [3], [3] Matriz	STRING: Sistema de coordenadas para a atribuição	A função fornece informações sobre a atribuição de comprimentos de ferramenta L1, L2, L3 da ferramenta ativa à abscissa, ordenada, aplicada. A atribuição aos eixos geométricos é influenciada através de Frames e do plano (G17-G19) ativo. Detalhes: veja o Manual de funções básicas; (W1)

5. Aritmética				
	Resultado	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**Explicação**
SIN	REAL	REAL		Seno
ASIN	REAL	REAL		Arco seno
COS	REAL	REAL		Coseno
ACOS	REAL	REAL		Arco coseno
TAN	REAL	REAL		Tangente
ATAN2	REAL	REAL	REAL	Arco tangente 2
SQRT	REAL	REAL		Raiz quadrada
ABS	REAL	REAL		Formação de valor absoluto
POT	REAL	REAL		Quadrado
TRUNC	REAL	REAL		Corte das casas decimais
ROUND	REAL	REAL		Arredondamento das casas decimais
LN	REAL	REAL		Logaritmo natural

EXP	REAL	REAL		Função exponencial ex	
MINVAL	REAL	REAL	REAL	Determina o menor valor de duas variáveis	
MAXVAL	REAL	REAL	REAL	Determina o maior valor de duas variáveis	
	Resultado	**1º parâmetro**	**2º parâmetro**	**3º parâmetro**	**Explicação**
BOUND	REAL: Estado de controle	REAL: Limite mínimo	REAL: Limite máximo	REAL: Variável de controle	Controla se o valor da variável está dentro da faixa de valores definida em Mín. / Máx.
Explicação	As funções aritméticas também podem ser programadas em ações sincronizadas. O cálculo e avaliação destas funções aritméticas então são realizados no processamento principal. Para cálculo e como memória intermediária também pode ser utilizado o parâmetro de ação sincronizada $AC_PARAM[n].				

6. Funções de String				
	Resultado	**1º parâmetro**	**2º parâmetro até 3º parâmetro**	**Explicação**
ISNUMBER	BOOL	STRING		Verifica se a String de entrada pode ser convertida em um número. O resultado é TRUE se a conversão é possível.
ISVAR	BOOL	STRING		Verifica se o parâmetro de transferência contém uma variável conhecida do NC. (Dado de máquina, dado de ajuste, variável de sistema, variáveis gerais como GUD's O resultado é TRUE se todos os seguintes controles forem realizados de forma positiva de acordo com o parâmetro de transferência (STRING): - o identificador está presente - se trata de um campo monodimensional ou bidimensional - um índice Array é permitido Nas variáveis axiais são aceitos como índice os nomes de eixo, mas estes não serão verificados posteriormente.
NUMBER	REAL	STRING		Converte a String de entrada em um número
TOUPPER	STRING	STRING		Converte todas as letras da String de entrada em letras maiúsculas
TOLOWER	STRING	STRING		Converte todas as letras da String de entrada em letras minúsculas
STRLEN	INT	STRING		O resultado é o comprimento da String de entrada até o fim da String (0)
INDEX	INT	STRING	CHAR	Procura o caractere (2º parâmetro) na String de entrada (1º parâmetro). Retorna-se a posição em que o caractere foi encontrado pela primeira vez. A localização é executada da esquerda para direita. O 1º caractere da Strings possui o índice 0.
RINDEX	INT	STRING	CHAR	Procura o caractere (2º parâmetro) na String de entrada (1º parâmetro). Retorna-se a posição em que o caractere foi encontrado pela primeira vez. A localização é executada da direita para esquerda. O 1º caractere da String possui o índice 0.

MINDEX	INT	STRING	STRING	Procura de um caractere na String de entrada (1º parâmetro) que foi especificado no 2º parâmetro. Retorna-se a posição em que um dos caracteres foi encontrado. A localização é realizada da esquerda para direita. O 1º caractere da String de entrada possui o índice 0.
SUBSTR	STRING	STRING	INT	Retorna a String parcial descrita através do início (2º parâmetro) e do número de caracteres (3º parâmetro) na String de entrada (1º caractere). Exemplo: SUBSTR("CONFIRM.:10 até 99", 10, 2) retorna a String parcial "10".

Apêndice

A.1 Lista de abreviações

A	Saída
AS	Sistema de automação
ASCII	American Standard Code for Information Interchange: Norma americana de códigos para troca de informações
ASIC	Application Specific Integrated Circuit: Circuito de aplicação do usuário
ASUP	Subrotina assíncrona
AV	Preparação do trabalho
AWL	Lista de instruções
BA	Modo de operação
BAG	Grupo de modos de operação
BB	Pronto para operar
BCD	Binary Coded Decimals: Números decimais codificados em código binário
BCS	Sistema de coordenadas básico
BHG	Terminal portátil
BIN	Arquivos binários (**Bin**ary Files)
BIOS	Basic Input Output System
BOF	Interface de operação
BOT	Boot Files: Arquivos de boot para SIMODRIVE 611 digital
BT	Painel de comando
BTSS	Interface de painel de comando
BuB, B&B	Operar e observar
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CNC	Computerized Numerical Control: Comando numérico computadorizado
Código EIA	Código especial de fita perfurada, o número de furos por caractere é sempre ímpar
Código ISO	Código especial de fita perfurada, o número de furos por caractere é sempre par
COM	Communication
CP	Communication Processor (Processador de comunicação)
CPU	Central Processing Unit: Unidade de processamento central
CR	Carriage Return
CRT	Cathode Ray Tube: Tubos de raios catódicos
CSB	Central Service Board: Unidade de PLC
CTS	Clear To Send: Mensagem de pronto para enviar em interfaces de dados seriais
CUTCOM	Cutter radius compensation: Correção do raio da ferramenta
DAU	Conversor digital-analógico
DB	Módulo de dados no PLC

DBB	Byte de módulo de dados no PLC
DBW	Palavra de módulo de dados no PLC
DBX	Bit de módulo de dados no PLC
DC	Direct Control: Movimento do eixo rotativo pelo curso mais curto até a posição absoluta realizado durante uma rotação
DCD	Carrier Detect
DDE	Dynamic Data Exchange
DEE	Dispositivo terminal de dados
DIN	Deutsche Industrie Norm (Norma industrial alemã)
DIO	Data Input/Output: Exibição da transferência de dados
DIR	Directory: Diretório
DLL	Dynamic Link Library
DOE	Dispositivo de transferência de dados
DOS	Disk Operating System
DPM	Dual Port Memory
DPR	Dual-Port-RAM
DRAM	Dynamic Random Access Memory
DRF	Differential Resolver Function: Função de resolução diferencial (manivela eletrônica)
DRY	Dry Run: Avanço de teste
DSB	Decoding Single Block: Bloco a bloco de decodificação
DW	Palavra de dados
E	Entrada
E/A	Entrada/saída
E/R	Unidade de alimentação e realimentação (de tensão) do SIMODRIVE 611 digital
ENC	Encoder: Gerador de valor real
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory (memória de leitura deletável e eletricamente programável)
ERROR	Error from printer
FB	Módulo de função
FBS	Tela plana
FC	Function Call: Módulo de função no PLC
FDB	Banco de dados do produto
FDD	Floppy Disk Drive
FEPROM	Flash-EPROM: Memória de leitura e gravação
FIFO	First In First Out: Memória, que opera sem indicação de endereço e cujos dados podem ser lidos na mesma sequência em que vão sendo armazenados.
FIPO	Interpolador fino
FM	Módulo de função
FPU	Floating Point Unit: Unidade de ponto flutuante
FRA	Módulo do Frame
FRAME	Bloco de dados (quadro)
FRK	Correção do raio da fresa
FST	Feed Stop: Parada de avanço
FUP	Plano de funcionamento (método de programação para PLC)

GP	Programa básico
GUD	Global User Data: Dados de usuário globais
HD	Hard Disk: Disco rígido
HEX	Abreviação para número hexadecimal
HiFu	Função auxiliar
HMI	Human Machine Interface: Funcionalidade de operação do SINUMERIK para operação, programação e simulação.
HMS	Sistema de medição de alta resolução
HSA	Acionamento do fuso principal
HW	Hardware
IBN	Colocação em funcionamento
IF	Habilitação de pulsos do módulo de acionamento
IK (GD)	Comunicação implícita (dados globais)
IKA	Interpolative Compensation: Compensação interpolatória
IM	Módulo de interface: Módulo de interface
IMR	Interface-Modul Receive: Módulo de interface para modo de recepção
IMS	Interface-Modul Send: Módulo de interface para modo de envio
INC	Increment: Incremento
INI	Initializing Data: Dados de inicialização
IPO	Interpolador
ISA	International Standard Architecture
ISO	International Standard Organization
JOG	Jogging: Modo de ajuste
K1 .. K4	Canal 1 até canal 4
K-Bus	Bus de comunicação
KD	Rotação de coordenadas
KOP	Plano de contatos (método de programação para PLC)
$K_{Ü}$	Relação de transmissão
K_v	Fator de amplificação do circuito
LCD	Liquid-Crystal Display: Display de cristal líquido
LED	Light-Emitting Diode: Diodo emissor de luz
LF	Line Feed
LMS	Sistema de medição de posição
LR	Controlador de posição
LUD	Local User Data
MB	Megabyte
MCS	Sistema de coordenadas da máquina
MD	Dados de máquina
MDA	Manual Data Automatic: Entrada manual
MK	Circuito de medição
MLFB	Denominação de produto legível por máquina
MPF	Main Program File: Programa de peça do NC (programa principal)
MPI	Multi Port Interface: Interface multiponto

MS-	Microsoft (fabricante de software)
MSTT	Painel de comando da máquina
NC	Numerical Control: Comando numérico
NCK	Numerical Control Kernel: Núcleo numérico com preparação de blocos, área de deslocamento, etc.
NCU	Numerical Control Unit: Unidade de hardware do NCK
NRK	Denominação do sistema operacional do NCK
NST	Sinal de interface
NURBS	Non-Uniform Rational B-Spline
NV	Deslocamento de ponto zero
OB	Módulo de organização no PLC
OEM	Original Equipment Manufacturer
OP	Operation Panel: Painel de operação
OPI	Operation Panel Interface: Interface do painel de comando
OPT	Options: Opcionais
OSI	Open Systems Interconnection: Norma para comunicação do processador
P-Bus	Bus periférico
PC	Personal Computer
PCIN	Nome do SW para troca de dados com o comando
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association: Padrão para cartões de memória
PCU	PC Unit: PC-Box (unidade de processamento)
PG	Dispositivo de programação
PLC	Programmable Logic Control: Controle de adaptação (programável)
POS	De posicionamento
RAM	Random Access Memory: Memória de programa que pode ser lida e gravada
REF	Função de aproximação do ponto de referência
REPOS	Função de reposicionamento
RISC	Reduced Instruction Set Computer: Tipo de processador de bloco de comandos reduzido e rápido processamento dos comandos
ROV	Rapid Override: Correção de avanço rápido
RPA	R-Parameter Active: Área de memória no NCK para R-NCK e números de parâmetro R
RPY	Roll Pitch Yaw: Tipo de rotação de um sistema de coordenadas
RTS	Request To Send: Ativa uma parte de envio, sinal de controle de interfaces seriais de dados
SBL	Single Block: Bloco a bloco
SD	Dado de ajuste
SDB	Módulo de dados de sistema
SEA	Setting Data Active: Identificação (tipo de arquivo) para dados de ajuste
SFB	Módulo de função do sistema
SFC	System Function Call
SK	Softkey
SKP	Skip: Salto (omissão) de bloco

SM	Motor de passo
SPF	Sub Program File: Subrotina
SPS	Comando lógico programável
SRAM	Memória estática (armazenada)
SRK	Correção do raio de corte
SSFK	Compensação de erro de passo do fuso
SSI	Serial Synchron Interface: Interface serial síncrona
SW	Software
SYF	System Files: Arquivos de sistema
TEA	Testing Data Active: Identificação para dados de máquina
TO	Tool Offset: Correção de ferramenta
TOA	Tool Offset Active: Identificação (tipo de arquivo) para correções de ferramenta
TRANSMIT	Transform Milling into Turning: Conversão de coordenadas em tornos para operações de fresamento
UFR	User Frame: Deslocamento de ponto zero
UP	Subrotina
V.24	Interface serial (definição dos cabos de troca entre DEE e DÜE)
VSA	Acionamento de avanço
WCS	Sistema de coordenadas da peça de trabalho
WKZ	Ferramenta
WLK	Correção do comprimento da ferramenta
WOP	Programação orientada para oficinas
WPD	Work Piece Directory: Diretório de peças de trabalho
WRK	Correção do raio da ferramenta
WZK	Correção de ferramenta
WZW	Troca de ferramentas
ZOA	Zero Offset Active: Identificação (tipo de arquivo) para dados de deslocamento de ponto zero
µC	Micro-controlador

A.2 Feedback sobre a documentação

O presente documento vem sendo continuamente aprimorado em qualidade e em satisfação do usuário. Por favor, colabore conosco mencionando suas observações e sugestões de melhoria enviando um E-Mail ou FAX para:

E-Mail: mailto:docu.motioncontrol@siemens.com

Fax: +49 9131 - 98 2176

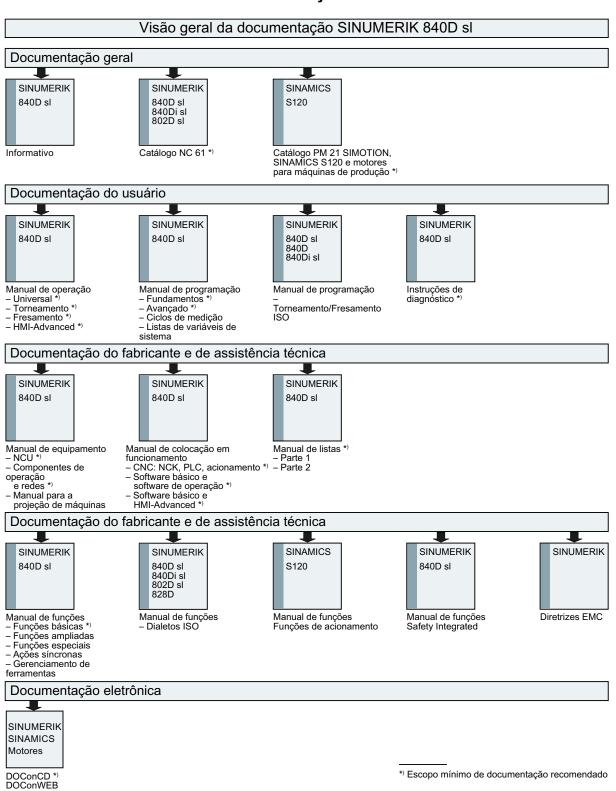
Utilize o modelo de FAX disponível no verso da folha.

<table>
<tr><td rowspan="6">A
SIEMENS AG
I DT MC MS1
Postfach 3180

D-91050 Erlangen

Fax.: +49 9131 - 98 2176 (Documentação)</td><td>Remetente
Nome:</td></tr>
<tr><td>Endereço da empresa/departamento</td></tr>
<tr><td>Rua:</td></tr>
<tr><td>CEP: Cidade:</td></tr>
<tr><td>Telefone: /</td></tr>
<tr><td>Telefax: /</td></tr>
</table>

Sugestões e/ou correções

A.3 Vista Geral da documentação

Glossário

Aceleração com limitação de torque

Para otimizar a resposta de aceleração na máquina, e simultaneamente proteger a mecânica, pode-se alternar no programa de usinagem entre a aceleração rápida e a aceleração constante (sem jerk).

Acionamento

O acionamento é o componente do CNC que controla o torque e a rotação do motor baseado em comandos do NC.

Ações sincronizadas

1. Emissão de função auxiliar

   Durante a usinagem de uma peça pode-se solicitar funções tecnológicas externas (→ Funções auxiliares) do programa de CNC ao CLP. Por exemplo, estas funções auxiliares são utilizadas para controlar equipamentos auxiliares da máquina-ferramenta, como mandril, garras de fixação, porta-ferramenta, etc.

2. Apresentação de funções rápidas de ajuda

   Com relação ao tempo crítico de alteração de funções, o tempo de reconhecimento para as → funções auxiliares pode ser minimizado e paradas desnecessárias no processo de usinagem são evitados.

Alarmes

Todas → Mensagens e alarmes são indicados no painel de operação com data e hora, e o símbolo correspondente para indicar o critério de eliminação. Alarmes e mensagens são mostrados separadamente.

1. Alarmes e mensagens em programas de usinagem

   Alarmes e mensagens podem ser geradas diretamente de programas de usinagem.

2. Alarmes e mensagens do PLC

   Alarmes e mensagens de máquina podem ser geradas pelo programa de PLC. Para isso nenhum pacote adicional de blocos de função é necessário.

Aproximação de ponto fixo

Máquina-ferramenta pode definir pontos fixos para troca de ferramenta, carregamento, troca de paletes, etc. As coordenadas para estes pontos são armazenadas no comando. O comando movimenta os eixos envolvidos, se possível, em → avanço rápido.

Área de offset de ferramenta ativa (TOA)

Na área de offset de ferramenta ativa contém todos os dados de ferramenta e magazine. Por padrão, esta área coincide com a área do → canal considerando o objetivo dos dados. No entanto, os dados de máquina podem ser utilizados para permitir que vários canais compartilhem de uma unidade → TOA, então dados comuns do gerenciador de ferramentas ficam disponíveis para estes canais.

Área de trabalho

Área tri-dimensional, na qual a ponta da ferramenta pode se mover, com base na construção da máquina-ferramenta. Vide → Área de proteção.

Arquivar

Transmissão de arquivos ou diretórios para um dispositivo externo de armazenamento.

Aterramento

No terra é conectado todas as partes inativas de um equipamento, o qual mesmo em caso de mal funcionamento não se tornará ativa gerando risco de contato com alguma tensão.

Automático

Modo de operação do comando (Operação em sequência de blocos de acordo com a DIN): Modo de operação do sistema NC, em que um → Programa de usinagem é selecionado e processado de forma contínua.

Avanço de tempo inverso

No SINUMERIK 840D pode ser programado o tempo necessário para o deslocamento pelo trajeto indicado em um bloco para a movimentação do eixo ao invés da velocidade de avanço (`G93`).

Avanço de trajetória

Avanço de trajetória influência → eixos de trajetória. Ele representa a soma geométrica dos avanços dos → eixos geométricos envolvidos.

Avanço rápido

Avanço mais rápido de um eixo. É utilizado quando, por exemplo, a ferramenta está se aproximando de um → contorno da peça de uma posição de descanso ou está sendo recuada. O avanço rápido é definido em uma base de máquina específica através de um dado de máquina.

Bateria reserva

A bateria reserva garante que → o programa de usuário na → CPU será protegido de falhas na alimentação e mantém fixas as áreas de dados e indicadores, temporizadores e contadores.

Bloco

Todas as configurações para as necessidades programação e execução dos programas são realizadas nos blocos.

Bloco de dados

1. A unidade de dados do → PLC, que pode acessar → programas HIGHSTEP
2. Unidade de dados do → NC: Bloco de dados que contém definições de dados para usuários globais. Os dados podem ser inicializados diretamente em sua configuração.

Bloco de programa

Bloco de programa contém o programa principal e sub-rotinas do → programa de peça.

Bloco principal

Um bloco antecedido por ":" bloco introdutório, contém todos os parâmetros necessários para iniciar a execução de um → programa de usinagem.

Bloco secundário

Bloco introduzido por "N" com informação sobre a etapa do processo, por exemplo, um dado de posição.

Blocos intermediários

Operação de movimentação com a seleção → de compensação de ferramenta (`G41`/`G42`) pode ser interrompida por uma limitação na quantidade de blocos intermediários (Bloco sem movimentação de eixo no plano de compensação), de forma que a compensação de ferramenta ainda possa ser corretamente realizada. A quantidade de blocos intermediários permitidos, que o comando lê antecipadamente, é ajustável através dos parâmetros de sistema.

Boot

Carrega os programas de sistema ao ligar.

Cabo de conexão

Cabos de conexão são pré-fabricados ou podem ser montados pelo usuário, os cabos tem dois fios com um conector em cada ponta. Este cabo de conexão conecta a → CPU através da → interface MPI (multi-point interface) com uma → PG ou com outras CPUs.

Canal

Um canal é caracterizado pelo fato de que um → programa de usinagem pode ser processado independentemente de outros canais. Um canal controla exclusivamente os eixos e fusos associados à ele. Programas de usinagem trabalham em canais diferentes podem ser coordenados através de → sincronização.

Canal de execução

A estrutura do canal pode ser utilizada para redução de tempo não produtivo através de sequências de movimentos em paralelo, por exemplo, movimento em uma porta de carregamento simultâneo à usinagem. Um canal de CNC deve ser considerado como um comando de CNC separado, com decodificação, preparação de bloco e interpolação.

Chaves

As chaves no → painel de comando da máquina possui quatro posições, as quais possuem funções definidas no sistema de operação do comando. Ao interruptor das chaves são associadas três chaves de cores diferentes, que podem ser movimentadas para as posições específicas.

Chaves de programação

Caracteres ou strings, que possuem um significado fixo na linguagem de programação do → programa de usinagem.

Ciclos

Subrotinas protegidas para suporte na realização de usinagens repetitivas em uma → peça.

Ciclos padrão

Para tarefas de usinagem utilizadas frequentemente são disponíveis os ciclos padrão:

- para furação/fresamento
- para torneamento

Na área de operação "Programa" no menu "Ciclos de auxílio" são listados os ciclos disponíveis. Após a seleção do ciclo desejado são apresentados parâmetros necessários para preenchimento.

CLP

Controle **L**ógico **P**rogramável: → Controlador lógico programável. Componente do → NC: Controlador programável para processar o controle lógico da máquina-ferramenta.

CNC

Vide → NC

COM

Componente do comando de NC para realização e coordenação de comunicação.

Compensação de erro no passo do fuso

Compensação de irregularidades mecânicas em um avanço de todas as peças relacionadas ao fuso esférico com base nas variações dos valores medidos.

Compensação de folga

Compensação de folga mecânica da máquina, por exemplo folga no fuso esférico reverso. Para cada eixo a compensação de folga deve ser especificada separadamente.

Compensação do erro de quadrante

Erro de contorno na transição de quadrantes, que aumenta pela alteração no atrito das guias de condução, pode ser virtualmente eliminado com a compensação de erro de quadrante. A parametrização da compensação de erro de quadrante ocorre através de um teste circular.

Compensação do raio da ferramenta

Visando a programação do → contorno de peça desejado, o comando deve percorrer o contorno programado em uma trajetória eqüidistante considerando o raio da ferramenta utilizada, (`G41`/`G42`).

Compensação interpolatória

Compensação interpolatória é uma ferramenta que habilita o erro de controle de fuso (**S**pindel**s**teigungs**f**ehler) e o erro de compensação do sistema de medição (**M**ess**s**ystem**f**ehler **k**ompensiert) do fabricante (SSFK, MSFK).

Contorno

Forma da → Peça

Contorno acabado

Contorno da peça usinada. Vide → Peça bruta.

Contorno da peça de trabalho

Contorno desejado para → peças a serem criadas/usinadas.

Controle de avanço dinâmico

Irregularidades no contorno devido à erros de contorno podem ser praticamente eliminadas utilizando o controle de avanço dependente da aceleração. Isto resulta em uma excelente precisão de usinagem mesmo em altas → velocidades. O controle pode selecionar ou retirar a seleção de um eixo específico no → programa de peça.

Controle de velocidade

Visando a obtenção de uma velocidade aceitável em caso de movimentos irrelevantes por bloco, uma análise antecipada em vários blocos pode ser realizada (→ Look Ahead).

Controle Lógico Programável

Controles programáveis (CLP) são controles eletrônicos, no qual suas funções são armazenadas em forma de programa na unidade de controle. A estrutura e a fiação do equipamento não dependem da função do controlador. O controlador programável tem a mesma estrutura que um computador; ele consiste em uma CPU (unidade central) com memória, grupo de entradas e saídas e um bus-system interno. Os periféricos e a linguagem de programação estão alinhados aos interesses do controle.

Coordenadas polares

Sistema de coordenadas, que especifica o local do ponto no plano através de sua distância do ponto zero e o ângulo formado pelo vetor de direção com o eixo fixo.

Corretor do raio de corte

Através da programação de um contorno a ponta da ferramenta é desconsiderada. Na prática isto não é realizado, o raio da ferramenta selecionada deve ser indicado no controle e é considerado desta forma. Desta forma o centro do raio é deslocado de forma eqüidistante do contorno.

Corretores de ferramenta

Consideração das dimensões da ferramenta para o cálculo do trajeto.

CPU

Central Processing Unit, vide → Controle programável

C-Spline

O C-Spline é o Spline mais conhecido e utilizado. O trajeto pelos pontos base são tangentes e com curvatura constante. É utilizado um polinômio de terceiro grau.

Curvatura

A curvatura k de um contorno é o inverso do raio r da aproximação em círculo em um ponto de contorno (k = 1/r).

Dados de ajuste

Dados, que comunica propriedades da máquina-ferramenta ao NC, como foi definida pelo Systemsoftware.

Definição de variáveis

Na definição de uma variável contém o tipo de dado e o nome da variável. Com o nome da variável pode-se endereçar o valor desta.

Deslocamento de ponto zero

Padronizar um novo ponto de referência para um sistema de coordenadas através da aquisição de um ponto zero existente e um → frame.

1. Ajuste

   SINUMERIK 840D: Existe uma certa quantidade de deslocamentos de zero ajustáveis para cada eixo CNC à disposição. Os deslocamentos, que são selecionados através de funções G, são ativados opcionalmente.

2. Externo

   Adicionalmente para todos deslocamentos, que determinam a localização do ponto zero da peça, um deslocamento de zero externo pode ser sobreposto através da manivela eletrônica (deslocamento DRF) ou através do PLC.

3. Programável

   Com a instrução `TRANS` pode-se programar o deslocamento de ponto zero para todos os eixos de posicionamento e trajetória.

Deslocamento externo de ponto zero

Deslocamento de ponto zero especificado pelo → PLC.

Diagnóstico

1. Área de operação do controle
2. O controle possui tanto um auto-diagnóstico quanto um teste auxiliar para o trabalho: Indicações de estado, alarme e trabalho.

Dimensão absoluta

O destino para movimento de um eixo é definido por cotas que se referem ao sistema de coordenadas atualmente ativo. Vide → Sequência de medição.

Dimensão incremental

Também medidas incrementais: O destino de um eixo transversal é definido através de uma distância e direção orientadas a partir de um ponto já alcançado. Vide → medição absoluta.

DRF

Differential Resolver Function: Funções de NC, que gera um deslocamento de ponto zero incremental em modo automático com utilização de uma manivela eletrônica.

Editor

O editor permite a criação, alteração, complementação, junção e inserção de programas/textos/blocos.

Editor de texto

Vide → Editor

Eixo base

Eixos, para os quais o valor de referência ou o valor atual de posição gera uma base de cálculo para um valor de compensação.

Eixo C

Eixo, ao redor do qual a ferramenta do fuso descreve uma rotação e movimentos de posicionamento controlados.

Eixo de compensação

Eixo, o qual o valor atual ou desejado é alterado de acordo com o valor de compensação.

Eixo de posicionamento

Eixo, que realiza um movimento auxiliar na máquina-ferramenta. (por exemplo, Magazine de ferramentas, transporte de paletes). Eixos de posicionamento são eixos, que não interpolam com → os eixos de trajetória.

Eixo de sincronismo

O eixo de sincronismo é o → eixo gantry, cujas posições desejadas derivam continuamente dos movimentos do → eixo mestre, e move-se de forma sincronizada à este. À vista do operador e do programador, o eixo de sincronismo "não é presente".

Eixo de trajetória

Eixos de trajetória são todos os eixos processados pelo → canal que são controlados pelo → interpolador de forma que iniciam, aceleram, param e atingem o ponto final simultaneamente.

Eixo geométrico

Eixos geométricos servem para descrever planos em duas ou três dimensões em um sistema de coordenadas da peça.

Eixo linear

O eixo linear descreve uma linha reta diferente do eixo rotativo.

Eixo mestre

O eixo mestre é o → eixo gantry, que existe do ponto de vista do operador e do programador e por isso é manipulado como um eixo de NC padrão.

Eixo rotativo

Eixos rotativos produzem um giro da peça ou da ferramenta de acordo com um ângulo especificado.

Eixos

De acordo com suas funções, os eixos de CNC são classificados como:

- Eixos: eixos de interpolação de trajetória
- Eixos auxiliares: Eixos de posicionamento sem interpolação com avanço programado individualmente. Eixos auxiliares não participam de usinagem, Ex. Trocador de ferramentas, Magazine de ferramentas.

Eixos de curvatura

Eixos curvatura produzem um giro da peça ou da ferramenta de acordo com um passo definido. Ao atingir o passo definido, o eixo está "posicionado".

Eixos de máquina

Eixos físicos existentes em uma máquina-ferramenta.

Eixos sincronizados

Eixos síncronos necessitam para seu trajeto o mesmo tempo que um eixo geométrico necessita.

Endereço

Um endereço é o identificador para um certo operando ou faixa de operandos, Ex entrada, saída etc.

Endereço de eixo

Vide → Identificador de eixo

Escala

Componentes de um → frame, que causa variações de escala.

Especificação de dimensão métrica e em polegadas

No programa de usinagem podem ser programados valores de posições ou passos em polegadas. Independentemente da indicação de medição do programa (`G70`/`G71`) o controle é ajustado em um sistema base.

Espelhamento

Através do espelhamento os valores das coordenadas de um contorno são alteradas de forma oposta com relação à um eixo. Pode ser espelhado em vários eixos ao mesmo tempo.

Faixa de deslocamento

A faixa máxima de deslocamento permitida para um eixo linear é de ± 9 décadas. O valor absoluto depende da entrada selecionada, da resolução de controle de posição e do sistema de medição (polegadas ou metro).

Ferramenta

Peça ativa na máquina-ferramenta, que realiza a usinagem (por exemplo, ferramenta de corte, fresa, broca, feixe de laser ...).

Fim de curso de Software

Fim de curso de software limita a faixa de deslocamento de um eixo e previne colisões da mecânica nos limites de hardware. Para cada eixo existe um par, que pode ser ativado separadamente através → do CLP.

Frame

Um frame é representado por uma fórmula aritmética, que transfere um sistema de coordenadas cartesianas para outro sistema de coordenadas cartesianas. Um frame contém as seguintes funções → deslocamento de ponto zero, → rotação, → alteração de escala, → espelhamento.

Frames programáveis

Os → frames programáveis permitem a definição dinâmica de novos pontos de início do sistema de coordenadas durante a execução do programa de usinagem. É utilizado uma definição absoluta com frames novos ou uma definição adicional referente à um ponto de início existente.

Funções auxiliares

Funções auxiliares permite ao programa de usinagem transferir → parâmetros ao → CLP que podem disparar reações definidas pelo fabricante de máquina.

Funções de segurança

O controle contém um monitoramento constante, que detecta falhas no → CNC, no → CLP e na máquina de maneira que é amplamente prevenida alguma danificação das peças, ferramentas ou da máquina. Em caso de falha, a usinagem é interrompida e os acionamentos são parados, a causa do mau funcionamento é armazenada e o alarme é apresentado. Simultanemante, o CLP é informado que um alarme de CNC é apresentado.

Geometria

Descrição de uma → peça em → um sistema de coordenada de peça.

Gerenciamento de programas de usinagem

O gerenciamento de programas de usinagem pode ser organizado por → peça. O tamanho da memória determina o número de programas e dados que poderão ser gerenciados. Cada arquivo (programa ou dado) pode ter um nome com no máximo 24 caracteres alfa numéricos.

Grupo de modos de operação

Eixos e fusos que são tecnologicamente acoplados podem ser combinados em um mesmo grupo de operação (BAG). Eixos/Fusos de um BAG podem ser controlados por um ou vários → canais. O mesmo → modo de operação é sempre atribuído aos canais do BAG.

HIGHSTEP

Sumário para as possibilidades de programação para o → PLC do sistema AS300/AS400.

Identificador

De acordo com a DIN 66025, palavras são complementadas utilizando indicadores (nomes) para variáveis (variáveis de cálculo, variáveis de sistema, variáveis de usuário), para subrotinas, palavras-chaves e palavras com várias letras de endereçamentos suplementares. Este complemento tem o mesmo significado das palavras respeitando a construção do bloco. Os identificadores devem ser únicos. O mesmo identificador não pode ser utilizado por diferentes objetos.

Identificador de eixo

Os eixos são identificados como X, Y e Z de acordo com a DIN 66217, para sistema de coordenadas obedecendo as regras da mão direita.

Eixo rotativo em torno de X, Y e Z são identificados como A, B, C. Outros eixos paralelos aos indicados, podem ser identificados por outras letras.

Incremento

Indicação de distância do movimento de acordo com o valor do incremento. Valor do incremento pode ser definido pelos → dados de ajuste e/ou selecionado através das teclas 10, 100, 1000, 10000.

Interface de operação

A interface homem-máquina (IHM) é um indicador do comando CNC com auxilio de telas. É composta por softkeys horizontais e verticais.

Interface serial V.24

Para a entrada/saída de dados na PCU 20 existe uma interface serial V.24 (RS232), já para a PCU50/70 existem 2 interfaces seriais disponíveis. Através desta interface podem ser carregados ou salvos tanto programas de usinagem quanto dados de máquina de fabricante e usuário.

Interpolação circular

A → ferramenta deve movimentar-se em círculo entre pontos definidos do contorno com um avanço estipulado e então a peça é usinada.

Interpolação de polinômios

Com a interpolação de polinômios os trajetos e curvas mais variados podem ser gerados, como **funções lineares, parábolas, funcões exponenciais** (SINUMERIK 840D).

Interpolação de Spline

Com a interpolação Spline o controle pode gerar uma curva característica bem definida, com apenas alguns pontos base.

Interpolação helicoidal

A interpolação helicoidal é apropriada particularmente à usinagem de rosca interna ou externa com fresa para chanfro e para fresamento de ranhuras de lubrificação.

O movimento helicoidal consiste em dois movimentos em conjunto:

- Movimento circular em um plano
- Movimento linear perpendicular à este plano

Interpolação linear

A ferramenta irá se movimentar por uma linha reta até o destino enquanto usina a peça.

Interpolador

Unidade lógica do → NCK, a qual determina valores intermediários para o movimento, a ser realizado em eixos individuais com base na informação de posições finais especificadas no programa de usinagem.

JOG

Modo de operação do controle (Ajuste modo de operação): A máquina pode ser ajustada no modo de operação JOG. Eixos individuais e fusos podem ser movimentados em JOG através das teclas de direção. Outras funções para o modo de operação JOG são: → referenciamento, → Repos e → Preset (ajuste de posição atual).

KV

Fator de ganho do servo, variável de controle em uma malha fechada.

Limite de área de trabalho

Com o auxílio da limitação da área de trabalho, o deslocamento dos eixos pode ser limitado além das chaves fim de curso. Cada eixo possui um par de valores para definição da área de trabalho protegida.

Limite de parada exata.

Quando todos os eixos atingem o limite de parada exata, o controlador se comporta como se tivesse atingido seu ponto exato de destino. Ocorre um avanço de bloco no → programa de peça.

Limite de Velocidade

Velocidade máxima/mínima do fuso: Através dos dados de máquina, o → PLC ou → os dados de configuração podem limitar a rotação máxima do fuso.

Limite programável da área de trabalho

Limitação da área de movimentação da ferramenta através da programação de limites da área definida.

Linguagem alto-nível do CNC

A linguagem de alto nível oferece: → Variáveis de usuário, → Variáveis de sistema, → Tecnologia de macros.

Look Ahead

Com a função Look Ahead consegue-se otimizar a velocidade de usinagem, através da visualização antecipada de uma certa quantidade de blocos.

MDA

Modo de operação do comando: Manual Data Automatic. No modo de operação MDA, blocos de programa individuais ou seqüência de blocos, sem ter referência à um programa ou sub-rotina, podem ser definidos e instantaneamente executados pela tecla NC-Start.

Memória de carregamento

A memória de carregamento é igual à → RAM para a CPU 314 do → CLP.

Memória de compensação

Área de dados do comando, onde são armazenados os dados de corretores de ferramenta.

Memória de programação de CLP

SINUMERIK 840D: O programa de usuário, dados de usuários e o programa base de CLP são armazenados juntos na memória de usuário do CLP.

Memória de sistema

A memória de sistema é uma memória da CPU, onde os seguintes dados são arquivados:

- Dados, que são requeridos pelo sistema
- Os operandos de tempo, contador, indicador

Memória de trabalho

A memória de trabalho é uma memória RAM dentro da → CPU, que o processador acessa durante a execução do programa de usuário.

Memória de usuário

Todos os programas e dados como programas de usinagem, sub-rotinas, comentários, correção de ferramenta, deslocamento de ponto zero/frames, assim como, dados de usuário de programa e canal podem ser armazenados na memória comum de usuário do CNC.

Mensagens

Todas as mensagens programadas em um programa de usinagem e → alarmes detectados pelo sistema são indicados no painel de operação com data e hora e com o símbolo correspondente para seu cancelamento. A indicação de alarmes e mensagens são apresentadas separadamente.

Modo contínuo de trajetória

A função do Modo contínuo de trajetória é evitar desacelerações substanciais → dos eixos de trajetória nas fronteira entre blocos do programa de usinagem e continuar com o avanço o mais próximo possível no bloco seguinte.

Modo de operação

Conceito de operação do comando SINUMERIK. Os seguintes modos são definidos: → Jog → MDA → Automático.

Módulo periférico

Módulos I/O realizam a conexão entre CPU e o processo.

Módulos I/O são:

- → Módulos de entrada/saída digital
- → Módulos de entrada/saída analógica
- → Módulos de simulação

Monitoração de contorno

O erro de contorno é monitorado considerando-se uma faixa de valores de tolerância pré-definidos como precisão do contorno. Um erro de contorno ilegal pode causar, por exemplo, do sobrecarregamento do acionamento. Neste caso apresentará um alarme e o eixo será parado.

NC

Numerical Control: Comando numérico (NC) contém todos os componentes do controle da máquina-ferramenta: → NCK, → PLC, HMI, → COM.

Indicação

Um termo mais apropriado para o comando SINUMERIK 840D seria: Computerized Numerical Control.

NCK

Numerical Control Kernel: Componente do comando de NC que executa o → programa de usinagem e as coordenadas base das operações de movimentação para a máquina-ferramenta.

Nome de eixo

Vide → Identificador de eixo

NRK

Numeric Robotic Kernel (Sistema operacional → NCK)

NURBS

O controle de movimentação e interpolação de trajetória que ocorre no comando é feito com base em NURBS (**N**on **U**niform **R**ational **B**-**S**plines). Como resultado, um movimento uniforme é disponível no comando para todas as interpolações do SINUMERIK 840D.

OEM

O escopo para implementação de soluções individuais (aplicações OEM) para SINUMERIK 840D é fornecido pelos fabricantes de máquina que desejem criar sua própria IHM ou incluir funções de processo específicas no comando.

Override

Controle manual ou programável, que permite ao operador alterar avanços programáveis ou rotações, de acordo com a peça ou material.

Override de avanço

A velocidade programada é sobreposta pelo ajuste da velocidade atual feita através → do painel de comando da máquina ou pelo → PLC (0-200%). O avanço de velocidade pode igualmente ser corrigido no programa de usinagem através de uma faixa de porcentagem (1-200%).

Painel de comando da máquina

Painel de operação da máquina-ferramenta com teclas de controle, potenciômetros, etc, e um indicador simples com LEDs. Ele serve para interagir diretamente com a máquina-ferramenta, através do PLC.

Palavra de dados

Unidade de dados de dois bytes dentro de um → bloco de dados.

Palavras-chave

Palavras com sintaxe definida, que tem um significado definido na linguagem de programação para → o programa de peça .

Parada exata

Quando uma parada exata é programada, a posição especificada no bloco é atingida de forma exata e, se necessário, muito lentamente. Para redução do tempo de aproximação são definidos limites de parada exata para avanço rápido ou → avanço.

Parada orientada de fuso

Parada do fuso em uma posição angular pré-determinada, por exemplo, para ser feita uma usinagem auxiliar em uma área específica.

Parâmetros R

Parâmetro de cálculo, que pode ser ajustado ou requisitado → no programa de usinagem para qualquer finalidade.

Peça

Peças a serem fornecidas ou usinadas pela máquina-ferramenta.

Peça bruta

Peça antes de ser usinada.

Ponto de referência

Ponto na máquina-ferramenta, que é referência para o sistema de medição dos → eixos da máquina.

Ponto fixo da máquina

Ponto único definido da máquina-ferramenta, por exemplo, ponto de referência da máquina.

Ponto zero da máquina

Ponto fixo da máquina-ferramenta, no qual permite atribuir à todo sistema de medição (derivado).

Ponto zero da peça

O ponto zero da peça forma o ponto de início para o → sistema de coordenadas da peça. É definido pela distância do → ponto zero da máquina.

Pré-coincidência

Troca de bloco ocorre quando a distância do trajeto aproxima-se de um valor que é igual à um delta especificado com relação à posição final.

Procura de blocos

Para testar um programa de usinagem ou no cancelamento do processo de usinagem, qualquer parte do programa pode ser selecionada utilizando a função "Procura de blocos", da qual o processo de usinagem pode iniciar ou continuar.

Programa de usinagem

Seqüência de instruções do comando NC, que em conjunto resultam na produção de uma → peça específica. E igualmente conduz a usinagem específica para a → peça bruta desejada.

Programa de usuário

Programa de usuário para o sistema de automação S7-300 são criados com a linguagem de programação STEP 7. O programa de usuário possui estrutura modular e consiste de blocos individuais.

Os tipos de básicos de blocos são:

- Blocos de códigos

  Estes blocos contêm as instruções em STEP 7.
- Blocos de dados

  Estes blocos contêm constantes e variáveis para o programa STEP 7.

Programa para transferência de dados PCIN

PCIN é um programa que auxilia no envio e recebimento de dados de usuário do CNC através de uma interface serial, como por exemplo programa de usinagem, corretor de ferramenta etc. O programa PCIN é executável em MS-DOS em computadores indústriais padrão.

Programa principal

Caracterizado com numeração ou indicação, outro programa principal, sub-rotina ou → ciclo podem ser chamados de dentro do → programa de usinagem.

Programação de CLP

O CLP é programado com o software **STEP 7**. O software de programação STEP 7 tem como base o sistema padrão **WINDOWS** e contém as funções de programação de STEP 5 com inovações.

Recuo orientado da ferramenta

`RETTOOL`: Com interrupções da usinagem (por exemplo: a quebra de ferramenta) a ferramenta pode ser recuada através de instruções de programação, em uma orientação definida pelo usuário através de uma distância definida.

Rede

Uma rede é a conexão de múltiplos S7-300 e outros terminais, por exemplo, uma PG, através → de cabos de conexão. Através da rede ocorre uma troca de dados entre os dispositivos conectados.

Reset geral

Através do reset geral toda a memória da → CPU é apagada:

- → Memória de trabalho
- Área de escrita/leitura da → memória de armazenamento
- → Memória de sistema
- → Memória de back-up

Retração rápida do contorno

Com uma interrupção o programa de usinagem do CNC pode-se introduzir um movimento, que torna possível uma retirada rápida da ferramenta de um contorno da peça que esteja sendo usinado. Adicionalmente pode-se parametrizar o ângulo e a distância de retração. Após uma retração rápida pode-se adicionalmente executar uma rotina de interrupção (SINUMERIK 840D).

Rosqueamento sem mandril de compensação

Com esta função permite-se fazer rosqueamento sem mandril de compensação. Através de métodos de interpolação do fuso como um eixo rotativo e o eixo de rosqueamento, o rosqueamento é feito com precisão na profundidade final da rosca. Por exemplo, roscas cegas (Condição: Fuso em operação de eixo).

Rotação

Componente de um → frame, que define uma rotação no sistema de coordenadas ao redor de um ângulo específico.

Rotina de interrupção

Rotinas de interrupção são → sub-rotinas especiais, que podem ser iniciadas através da execução de um evento (sinal externo) no processo de usinagem. Um bloco do programa de usinagem é interrompido, e a posição dos eixos são automaticamente armazenadas.

Saídas e entradas digitais rápidas

Em um entrada digital pode-se, por exemplo iniciar uma rotina rápida de CNC (rotina de interrupção). Através de uma saída digital do CNC pode-se rapidamente ativar funções de comutação controladas pelo programa (SINUMERIK 840D).

Sentença do programa de usinagem

Parte de um → programa de peça, demarcado através de Line Feed. Os → blocos principais e os → subblocos são diferenciados.

Sincronização

Instruções em → programas de usinagem para seqüências coordenadas em → canais diferentes em certos pontos de usinagem.

Sistema de coordenadas

Vide → Sistema de coordenadas de máquina, → Sistema de coordenada de peça

Sistema de coordenadas básico

Sistema de coordenadas cartesianas, que é gerado através de uma transformação do sistema de coordenadas da máquina.

O programador utiliza os nomes dos eixos do sistema de coordenadas base nos → programas de peça. O sistema de coordenadas base é paralelo ao → sistema de coordenadas de máquina caso nenhuma → transformação esteja ativa. A diferença para estes dois sistemas de coordenadas são os → identificadores dos eixos.

Sistema de coordenadas da máquina

Sistema de coordenadas, pelo qual os eixos da máquina-ferramenta são orientados.

Sistema de coordenadas da peça

O sistema de coordenadas de peça tem seu ponto de início no → ponto zero da peça. Para programação de usinagem no sistema de coordenadas de peça, a distância e direção da movimentação referem-se à este sistema.

Sistema de medição métrico

Sistema padrão de unidade: para comprimento, por exemplo, mm (milímetro), m (metro).

Sistema de unidade em polegadas

Sistema de unidade, as distâncias em "polegadas" e suas frações.

Softkey

Teclas, as quais são representadas por um campo na tela, e são dinamicamente adaptadas à situação atual de operação. As teclas (Softkeys) que estão disponíveis (livres) são atribuídas funções definidas pelo software.

SRT

Relação de transmissão

Subrotina

Seqüência de instruções de um → programa, que podem ser chamadas repetitivamente com o fornecimento de parâmetros diferentes. A chamada da sub-rotina é feita através do programa principal. Cada sub-rotina pode ser bloqueada para visualização e edição não autorizada. → Ciclos são uma forma de subrotina

Subrotina assíncrona

Programa de usinagem, que pode ser iniciado de forma assíncrona (independentemente) do programa atual, através de um sinal de interrupção (ex. um sinal "Entrada rápida de NC").

Tabela de compensação

Tabela de pontos de interpolação. É fornecido os valores de compensação dos eixos de compensação para posições selecionadas dos eixos base.

Técnica de macros

Agrupar uma certa quantidade de instruções sob um identificador. O identificador representa instruções agrupadas, em um programa.

Transformação

Deslocamento de ponto zero de um eixo absoluto ou incremental.

Unidade de offset de ferramenta ativa (TOA)

Cada → área de offset de ferramenta ativa pode conter várias unidades desta. A quantidade de TOA disponíveis é limitada de acordo com a quantidade de → canal ativos. Uma unidade TOA contém um bloco de dados de máquina e um bloco de dados de magazine. Adicionalmente também pode conter mais um bloco de dados de máquina de porta ferramenta (opcional).

Usinagem em superfície inclinada

Furação e fresamento na superfície da peça, que não está localizado no plano de coordenadas da máquina, pode ser conduzido confortavelmente com auxilio da função "usinagem em superfície inclinada".

Valor de compensação

Diferença entre a medição da posição do eixo medida, através do encoder, e a programada.

Variáveis de sistema

Uma variável que existe sem precisar da declaração do programador no → programa de usinagem. É definida através de um tipo de dado e de um nome de variável, precedida por $. Vide → Variáveis de usuário definidas.

Variáveis definidas pelo usuário

O usuário pode declarar suas próprias variáveis para qualquer propósito em → programas de usinagem ou bloco de dados (Dados de usuário globais). Uma definição contém o tipo de dados e os nomes das variáveis. Vide → Variáveis de sistema.

Velocidade de percurso

A máxima velocidade programável depende da resolução do campo de introdução.
Uma resolução de por exemplo 0.1 mm permite um avanço programado de no máximo 1000 m/min.

Velocidade de transmissão

Velocidade para a transferência de dados (Bit/s).

WinSCP

WinSCP é um programa gratuito disponível para Windows, para transferência de arquivos.

Zona de Proteção

Área tri-dimensional dentro da → área de trabalho, na qual não é permitida a passagem da ponta da ferramenta.

Índice

E

F

G

H

I

J

K

L

Q

R

S

T

V

W

X

Y

Z